



SKRIPSI – ME141501

**STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN OSILOSKOP ANALOG FEEDBACK
TIPE CS-4125 DENGAN OSILOSKOP DIGITAL LG TIPE OS-3020 PADA
SISTEM GENERATOR DI LABORATORIUM LISTRIK DAN OTOMASI
KAPAL**

Mochammad Jordan Ony Navaro
NRP. 4213 100 005

Dosen Pembimbing
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS – ME141501

***COMPARATIVE STUDY BETWEEN ANALOG OSCILLOSCOPE FEEDBACK
CS-4125 AND DIGITAL OSCILLOSCOPE LG OS-3020 APPLICATION ON
GENERATOR SYSTEM IN MARINE ELECTRICAL AND AUTOMATION
SYSTEM LABORATORY***

Mochammad Jordan Ony Navaro
NRP. 4213 100 005

Supervisor
Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

*DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN OSILOSKOP ANALOG FEEDBACK TIPE CS-4125 DENGAN OSILOSKOP DIGITAL LG TIPE OS- 3020 PADA SISTEM GENERATOR DI LABORATORIUM LISTRIK DAN OTOMASI KAPAL

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mochammad Jordan Ony Navaro
NRP. 4213 100 005

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.
NIP. 196003191987011001

()

SURABAYA
MEI 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN OSILOSKOP ANALOG FEEDBACK TIPE CS-4125 DENGAN OSILOSKOP DIGITAL LG TIPE OS- 3020 PADA SISTEM GENERATOR DI LABORATORIUM LISTRIK DAN OTOMASI KAPAL

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mochammad Jordan Ony Navaro
NRP. 4213 100 005

Disetujui oleh Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan :




Dr. Eng. M. Badrus Zaman, S.T., M.T.
NIP. 197708022008011007

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**STUDI PERBANDINGAN PENGGUNAAN OSILOSKOP ANALOG
FEEDBACK TIPE CS-4125 DENGAN OSILOSKOP DIGITAL LG TIPE OS-
3020 PADA SISTEM GENERATOR DI LABORATORIUM LISTIK DAN
OTOMASI KAPAL**

Nama Mahasiswa : Mochammad Jordan Ony Navaro
Nrp : 42 13 100 005
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

ABSTRAK

Osiloskop merupakan instrumen laboratorium yang digunakan untuk pengukuran dan analisa bentuk-bentuk gelombang dan gejala lain dalam rangkaian elektronika . Dalam tugas akhir ini, osiloskop yang digunakan sebanyak dua buah yakni Osiloskop Analog Feedback Tipe CS-4125 dengan Osiloskop Digital Tipe LG OS-3020. Generator merupakan suatu peralatan yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator yang digunakan sebanyak dua buah yang kemudian kedua generator diparalelkan dan diberi beban mulai dari 0 watt, 120 watt, 240 watt, 348 watt, dan 456 watt. Output yang diukur oleh Osiloskop Analog maupun Osiloskop Digital adalah bentuk gelombang, nilai tegangan dan arus yang diukur pada kondisi tegangan sefasa dan tegangan antar fasa, serta lissajous yang dianalisa bentuk serta besarnya kemudian dibandingkan dengan teori yang ada. Setelah dilakukan analisa maka dapat diketahui bahwa osiloskop digital mempunyai hasil tegangan dan arus mendekati dengan hasil pengukuran manual menggunakan volt meter dan tang meter. Lissajous yang dihasilkan mendekati dengan teori yang digunakan. Harmonisa yang didapat dari osiloskop digital juga sedikit lebih halus dibandingkan dengan osiloskop analog.

Kata Kunci : *Osiloskop Analog, Osiloskop Digital, Generator, Tegangan, Arus, Lissajous.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Comparative Study between Analog Oscilloscope Feedback CS-4125 and Digital Oscilloscope LG OS-3020 Application on Generator System in Marine Electrical and Automation System Laboratory

Name : Mochammad Jordan Ony Navaro
NRP : 42 13 100 005
Departement : Marine Engineering FTK-ITS
Supervisor : Ir. Sardono Sarwito, M.Sc.

ABSTRACT

Oscilloscopes are laboratory instruments that used for the measurement and analysis of the waveforms and symptoms in electronics circuits. In this final project, there are two types of oscilloscopes that used , The Analog Oscilloscope Feedback CS-4125 and Digital Oscilloscope Type LG OS-3020. Then, Generator is an equipment that convert mechanical energy into electrical energy. Generators that used in this final project as much as two pieces, then the generators are parallelized and given loads from 0 watts, 120 watts, 240 watts, 348 watts, until 456 watts. The measuring of output from Analog Oscilloscope and Digital Oscilloscope are the waveform, voltage and current values measured at the condition of voltage peak to neutral and voltage peak to peak . In this final project, the lissajous is used for analyzed the shape and magnitude then compared with existing theory. After doing analysis, the result shows that Digital oscilloscope in voltage and current are approaching with the result of manual measurement using volt meter and ampere meter. The result of lissajous analysis is close to the exist theory. The harmonics waveform gained from the digital oscilloscope is smoother than the analog oscilloscopes . And then known that the Digital Oscilloscope is better than Analog Oscilloscope.

Keywords: *Analog Oscilloscope, Digital Oscilloscope, Voltage, Current, Lissajous*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Studi Perbandingan Penggunaan Osiloskop Analog Feedback CS-4125 dengan Osiloskop Digital LG-OS 3020 pada Sistem Generator di Laboratorium Listrik dan Otomasi Kapal”.

Penulisan tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam menyelesaikan skripsi ini berdasarkan kepada dasar teori yang diperoleh dalam perkuliahan studi literature dan dosen pembimbing yang terus memberikan masukan serta pihak – pihak lain yang terlibat. Banyak pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Maka pada kesempatan kali penulis mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang senantiasa yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materil kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Bapak Dr.Eng M. Badruz Zaman, S.T, M.T sebagai kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan.
3. Bapak Ir. Sardono Sarwito M.Sc selaku dosen pembimbing yang terus memberikan saran dan masukan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Teman-teman member Laboratorium Listrik dan Otomasi Kapal yang telah banyak membantu untuk memberikan saran dan masukan guna penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam melakukan penulisan tugas akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kelancaran dan perbaikan dalam pengerjaan tugas akhir kedepannya.

Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 20 Juli 2017

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
BAB I 1	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Skripsi	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II.....	3
DASAR TEORI.....	3
2.1 Generator.....	3
2.1.1 Pengertian dan Prinsip Kerja Paralel Generator	5
2.1.2 Sinkronisasi Paralel Generator	5
2.2 Osiloskop.....	6
2.2.1 Pengertian Osiloskop.....	6
2.2.2 Pengertian Lissajous.....	7
2.3 Metode Paralel Generator.....	15
2.3.1 Metode hubungan lampu gelap-terang	15
2.3.2 Metode hubungan lampu gelap-gelap	16
2.3.3. Metode hubungan lampu terang-terang.....	16
2.4 Alat yang digunakan untuk Sinkronisasi	17
2.4.1 Alternator Control	17
2.4.2 Double Frequency Meter.....	17
2.4.3 Double Voltmeter	17
2.5 Load Share.....	18
2.5.1 Pengertian Load Share.....	18

2.5.2	Aplikasi dari Load Share	18
2.6	Undervoltage dan Overvoltage	19
2.7	Standar IEEE 519 2014 mengenai Harmonisa	19
BAB III.....		21
METODOLOGI		21
3.1	Umum	21
3.2	Urutan Pelaksanaan Pengerjaan Skripsi	21
3.2.1	Studi Literatur.....	21
3.2.2	Pengumpulan Data.....	21
3.2.3	Melakukan Pengujian	22
3.2.4	Pengambilan data.....	22
3.2.5	Kesimpulan dan Saran	22
BAB IV.....		25
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Perangkat yang Diuji	25
4.1.1	Generator	25
4.1.2	Pembebanan.....	25
4.2	Perangkat Penguji	27
4.2.1	Osiloskop	27
4.2.2	Voltage Divider	28
4.2.3	Shunt.....	28
4.3	Gambar Rangkaian Pengujian	29
4.4	Data Hasil Percobaan.....	29
4.4.1	Osiloskop Analog pada Tegangan Sefasa.....	29
4.4.2	Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa	33
4.4.3	Osiloskop Analog pada Tegangan Antar Fasa.....	37
4.4.4	Osiloskop Digital pada Tegangan Antar Fasa	42
4.4.5	Perbandingan Hasil Tegangan dan Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Sefasa	47
4.4.6	Perbandingan Hasil Tegangan dan Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Antar Fasa	47
4.4.7	Perbandingan Hasil Toleransi Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Sefasa	48

4.4.8	Perbandingan Hasil Toleransi Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Antar Fasa	49
4.5	Grafik Hasil Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa	50
4.5.1	Beban 0 watt Pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	50
4.5.2	Beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	51
4.5.3	Beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	52
4.5.4	Beban 348 watt pada Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital.....	53
4.5.5	Beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	55
4.6	Grafik Lissajous pada Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa.....	56
4.6.1	Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	56
4.6.2	Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	57
4.6.3	Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	58
4.6.4	Lissajous beban 348 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	59
4.6.5	Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	60
4.7	Grafik Hasil Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Antar Fasa	61
4.7.1	Beban 0 watt Pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	61
4.7.2	Beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	62
4.7.3	Beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	64
4.7.4	Beban 348 watt pada Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital.....	65
4.7.5	Beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	66
4.8	Grafik Lissajous pada Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa.....	68
4.8.1	Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	68
4.8.2	Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	69
4.8.3	Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	70
4.8.4	Lissajous beban 348 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	71
4.8.5	Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	73
4.9	Perbandingan Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital Pada Kondisi Tegangan Sefasa	74
4.9.1	Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog.....	74

4.9.2	Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital.....	75
4.9.3	Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	76
4.9.4	Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Analog	77
4.9.5	Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Digital.....	78
4.9.6	Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	79
4.10.	Perbandingan Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital Pada Kondisi Tegangan Antar Fasa.....	80
4.10.1.	Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog.....	80
4.10.2.	Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital.....	81
4.10.3.	Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital	82
4.10.4.	Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Analog	83
4.10.5.	Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Digital.....	84
4.10.6.	Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Digital dan Osiloskop Analog	85
BAB V	.....	87
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	87
5.1 KESIMPULAN	.....	87
5.2 SARAN	.....	88
DAFTAR PUSTAKA	.....	89
LAMPIRAN A	.....	91
LAMPIRAN B	.....	99
BIODATA PENULIS	.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Generator AC 3 Fasa	3
Gambar 2.2 Rotor pada Generator	4
Gambar 2.3 Stator pada Generator	4
Gambar 2.4 Osiloskop Feedback tipe CS-4125	6
Gambar 2.5 Osiloskop LG tipe OS-3020	6
Gambar 2.6 Block Diagram skematik dari Osiloskop.....	7
Gambar 2.7 Bentuk Amplitudo dan Frekuensi.....	8
Gambar 2.8 Konstruksi gambar Lissajous.....	9
Gambar 2.9 Gambar-gambar Lissajous dengan perbandingan 1/1 menunjukkan efek hubungan fasa.....	10
Gambar 2.10 Gambar-gambar Lissajous untuk berbagai hubungan fasa antara tegangan defleksi vertikal dan horisontal.	12
Gambar 2.11 Menentukan frekuensi dengan menggunakan gambar-gambar Lissajous.....	13
Gambar 2.12 Penentuan sudut fasa antara dua sinyal dengan frekuensi yang sama.	14
Gambar 2.13 Metode Gelap Terang	15
Gambar 2.14 Metode Gelap-Terang Sumber: Dokumentasi Praktikum	15
Gambar 2.15 Metode lampu gelap – gelap.....	16
Gambar 2.16 Metode Gelap-Gelap Sumber: Dokumentasi Praktikum	16
Gambar 2.17 Alternator Control	17
Gambar 2.18 Double Frequency Meter.....	17
Gambar 2.19 Double Voltmeter Sumber: Foto dari Laboratorium MEAS	17
Gambar 2.20 Diagram Karakteristik Frekuensi terhadap Daya Dua Genset.....	18
Gambar 2.21 Undervoltage dan Overvoltage.....	19
Gambar 3.1 Diagram alir penulisan Tugas Akhir	23
Gambar 3.2 Rangkaian Pengujian Arus pada Osiloskop.....	24
Gambar 3.3 Rangkaian Pengujian Arus pada Osiloskop.....	24
Gambar 4.1 Generator berpenggerak Motor AC	25
Gambar 4.2 Generator berpenggerak Motor DC	25
Gambar 4.3 Pembenan Lampu kondisi Beban Nol	26
Gambar 4.4 Pembebanan Lampu Pijar 120 watt	26
Gambar 4.5 Pembebanan Lampu Pijar 240 watt	26
Gambar 4.6 Pembebanan Lampu Pijar dengan Lampu TL 348 watt	27
Gambar 4.7 Pembebanan Lampu Pijar dengan Lampu TL 456 watt	27
Gambar 4.8 Osiloskop Analog Feedback Tipe CS-4125	27
Gambar 4.9 Osiloskop Digital LG Tipe OS-3020.....	28
Gambar 4.10 Voltage Divider	28
Gambar 4.11 Shunt.....	28
Gambar 4. 12 Rangkaian Pengujian	29
Gambar 4.13 Lissajous 348 watt Analog	31
Gambar 4.14 Lissajous 456 watt Analog	32
Gambar 4.15 Lissajous 348 watt Digital	35
Gambar 4.16 Lissajous 456 watt Osiloskop Digital	35
Gambar 4.17 Lissajous 120 watt Analog	39
Gambar 4.18 Lissajous 240 watt Analog	39
Gambar 4.19 Lissajous 348 watt Analog	40

Gambar 4.20 Lissajous 456 watt Analog.....	40
Gambar 4.21 Lissajous 120 watt Digital	44
Gambar 4.22 Lissajous 240 watt Osiloskop Digital	44
Gambar 4.23 Lissajous 348 watt Digital	45
Gambar 4.24 Lissajous 456 watt Osiloskop Digital	45
Gambar 4.25 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Analog	50
Gambar 4.26 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Digital.....	50
Gambar 4.27 Tegangan dan Arus pada Beban 120 watt Osiloskop Analog.....	51
Gambar 4.28 Tegangan dan Arus pada beban 120 watt Osiloskop Digital	52
Gambar 4.29 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Analog.....	52
Gambar 4.30 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Digital	53
Gambar 4.31 Tegangan dan Arus pada Beban 348 watt Osiloskop Analog.....	53
Gambar 4.32 Tegangan dan Arus pada beban 348 watt Osiloskop Digital	54
Gambar 4.33 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Analog.....	55
Gambar 4.34 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Digital	55
Gambar 4.35 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog	56
Gambar 4.36 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Digital	56
Gambar 4.37 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog	57
Gambar 4.38 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Digital	57
Gambar 4.39 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog	58
Gambar 4.40 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Digital.....	58
Gambar 4.41 Lissajous beban 348 pada Osiloskop Analog	59
Gambar 4.42 Lissajous beban 348 pada Osiloskop Digital	59
Gambar 4.43 Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog	60
Gambar 4.44 Lissajous pada beban 456 Osiloskop Digital	60
Gambar 4.45 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Analog	61
Gambar 4.46 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Digital.....	62
Gambar 4.47 Tegangan dan Arus pada Beban 120 watt Osiloskop Analog.....	62
Gambar 4.48 Tegangan dan Arus pada beban 120 watt Osiloskop Digital	63
Gambar 4.49 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Analog.....	64
Gambar 4.50 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Digital	64
Gambar 4.51 Tegangan dan Arus pada Beban 348 watt Osiloskop Analog.....	65
Gambar 4.52 Tegangan dan Arus pada beban 348 watt Osiloskop Digital	66
Gambar 4.53 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Analog.....	66
Gambar 4.54 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Digital	67
Gambar 4.55 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog	68
Gambar 4.56 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Digital	68
Gambar 4.57 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog	69
Gambar 4.58 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Digital	69
Gambar 4.59 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog	70
Gambar 4.60 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Digital	71
Gambar 4.61 Lissajous beban 348 pada Osiloskop Analog	71
Gambar 4.62 Lissajous beban 348 pada Osiloskop Digital	72
Gambar 4.63 Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog	73
Gambar 4.64 Lissajous pada beban 456 Osiloskop Digital	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Voltage Distortion Limits Sumber : IEEE 519-2014	19
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Manual Osiloskop Analog.....	29
Tabel 4.2 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Analog.....	30
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Analog	30
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Tegangan (Lanjutan)	30
Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Arus pada Osiloskop Analog	30
Tabel 4.6 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Analog.....	32
Tabel 4.7 Data Perhitungan Vmin (Lanjutan)	32
Tabel 4. 8 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog	33
Tabel 4.9 Data Hasil Pengukuran Manual Osiloskop Digital	33
Tabel 4.10 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Digital	33
Tabel 4.11 Data Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Digital.....	34
Tabel 4.12 Data Perhitungan Tegangan (Lanjutan)	34
Tabel 4.13 Data Perhitungan Arus pada Osiloskop Digital.....	34
Tabel 4.14 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Digital	36
Tabel 4.15 Data Perhitungan Vmin (Lanjutin).....	36
Tabel 4.16 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digita	36
Tabel 4.17 Data Pengukuran Manual pada Osiloskop Analog.....	37
Tabel 4.18 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Analog.....	37
Tabel 4.19 Data Hasil Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Analog	37
Tabel 4.20 Data Hasil Perhitungan Tegangan (Lanjutan)	38
Tabel 4.21 Data Hasil Perhitungan Arus pada Osiloskop Analog.....	38
Tabel 4.22 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Analog.....	41
Tabel 4.23 Data Perhitungan Vmin (Lanjutan)	41
Tabel 4. 24 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog	41
Tabel 4.25 Data Pengukuran Manual pada Osiloskop Digital	42
Tabel 4.26 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Digital	42
Tabel 4.27 Data Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Digital.....	42
Tabel 4.28 Data Perhitungan Tegangan (Lanjutan)	43
Tabel 4.29 Data Perhitungan Arus pada Osiloskop Digital.....	43
Tabel 4.30 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Digital	46
Tabel 4.31 Data Perhitungan Vmin (Lanjutan)	46
Tabel 4.32 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digital	46
Tabel 4.33 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Sefasa	47
Tabel 4.34 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Sefasa	47
Tabel 4.35 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Antar Fasa	47
Tabel 4.36 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Antar Fasa	48
Tabel 4.37 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog Tegangan Sefasa	48
Tabel 4. 38 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digital Tegangan Sefasa	48

Tabel 4.39 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog pada Tegangan Antar Fasa	49
Tabel 4.40 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digital pada Tegangan Antar Fasa	49

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog	74
Grafik 4.2 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital	75
Grafik 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran	76
Grafik 4. 4 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dengan Data Pengukuran	77
Grafik 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran	78
Grafik 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran	79
Grafik 4.7 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog	80
Grafik 4.8 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital	81
Grafik 4.9 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran	82
Grafik 4.10 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dengan Data Pengukuran	83
Grafik 4.11 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran	84
Grafik 4.12 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran	85

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Osiloskop sinar katoda adalah instrumen laboratorium yang sangat bermanfaat dan terandalkan yang digunakan untuk pengukuran dan analisa bentuk-bentuk gelombang dan gejala lain dalam rangkaian-rangkaian elektronik. Dengan menggunakan osiloskop memungkinkan untuk melihat bentuk dari persamaan gelombang suatu sinyal listrik. Dalam hal ini input didapatkan dari sinyal listrik .

Osiloskop sendiri terbagi menjadi 2 yaitu Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital. Osiloskop analog menggunakan tegangan yang diukur untuk menggerakkan berkas elektron dalam tabung sesuai bentuk gambar yang diukur. Sementara itu Osiloskop Digital mencuplik bentuk gelombang yang diukur dan dengan menggunakan ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk mengubah besaran tegangan yang dicuplik menjadi besaran digital.

Alat yang akan diuji dengan menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital adalah Generator. Generator sendiri merupakan suatu mesin listrik yang digunakan untuk mengubah energi gerak atau mekanik menjadi energi listrik. Sedangkan genset atau generator set merupakan sebuah mesin listrik yang terdiri dari sebuah generator dan motor yang digunakan untuk menggerakkan rotor generator. Pada aplikasi yang biasanya terdapat pada kapal, genset biasa digunakan sebagai sumber tenaga untuk memenuhi berbagai kebutuhan elektrik pada kapal seperti lampu, alat navigasi, pompa, dan berbagai peralatan lainnya yang memerlukan sumber listrik.

Pada kondisi dimana suatu generator mengalami pembebanan berlebih akan menyebabkan generator tersebut tidak dapat bekerja sesuai dengan kondisi semestinya dan dapat menimbulkan kerusakan pada generator itu sendiri. Sementara itu, untuk mengatasi kondisi tersebut maka kita dapat menggabungkan satu generator dengan generator yang lain atau biasa disebut dengan istilah paralel generator. Pararel generator sendiri merupakan penggunaan dua atau lebih generator secara bersamaan yang dihubungkan secara paralel. Dari penggabungan kedua generator tersebut maka dapat dihasilkan sumber listrik dari generator yang diparalelkan tersebut akan tetapi kapasitas dari sumber listrik yang dihasilkan bergantung pada kapasitas daya yang dapat dibangkitkan oleh generator itu sendiri sehingga nantinya harus melihat terlebih dahulu spek dari generator yang akan dipakai. Paralel generator juga mempunyai beberapa tujuan yang diantaranya adalah mendapatkan daya yang lebih besar, untuk optimalisasi biaya yang dikeluarkan dalam pengoperasian generator, untuk memberikan kontinuitas ketersediaan listrik yang dibutuhkan, untuk penggantian operasi generator apabila salah satu dari generator akan diperbaiki.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut ini merupakan rumusan masalah yang dapat dirumuskan setelah mendapatkan konsep mengenai studi penggunaan osiloskop analog dan osiloskop digital pada sistem generator:

1. Bagaimana hasil bentuk gelombang listrik yang dihasilkan oleh generator pada saat kondisi tanpa beban, berbeban dengan menggunakan osiloskop analog ?
2. Bagaimana hasil bentuk gelombang listrik yang dihasilkan oleh generator pada saat kondisi tanpa beban, berbeban dengan menggunakan osiloskop digital?
3. Bagaimana perbandingan bentuk gelombang yang dihasilkan pada saat pengukuran menggunakan osiloskop analog dan osiloskop digital?

1.3 Batasan Masalah

Setelah merumuskan masalah seperti diatas maka diperlukan pembatasan masalah serta ruang lingkup yang akan digunakan sehingga akan mempermudah serta pembahasan tidak akan melebar. Batasan masalah yang dimaksud yaitu:

1. Osiloskop yang digunakan adalah Feedback CS-4125 dan LG OS-3020 yang berada pada Laboratorium Listrik dan Otomasi Kapal.
2. Generator yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat pada Laboratorium Listrik dan Otomasi Kapal yang mempunyai kapasitas 2 x 600 VA
3. Dalam pengerjaan tugas akhir ini analisa yang akan dititikberatkan pada perbandingan hasil gelombang listrik yang dihasilkan oleh osiloskop analog dan osiloskop digital.

1.4 Tujuan Skripsi

Penulisan skripsi ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bentuk dari gelombang listrik yang dihasilkan pada saat pengukuran menggunakan osiloskop analog
2. Untuk mengetahui bentuk dari gelombang listrik yang dihasilkan pada saat pengukuran menggunakan osiloskop digital.
3. Untuk membandingkan hasil pengukuran gelombang listrik menggunakan osiloskop analog dan osiloskop digital.

1.5 Manfaat

Dalam penulisan skripsi ini adapun manfaat yang pada nantinya dapat diambil diantaranya:

1. Dapat menambah wawasan bagaimana pengaplikasian osiloskop baik itu menggunakan osiloskop analog dan osiloskop digital.
2. Dapat mengetahui bentuk dari gelombang yang dihasilkan oleh pengukuran tegangan terhadap generator pada saat menggunakan osiloskop analog dan osiloskop digital.
3. Dapat mengetahui perbandingan hasil gelombang yang dihasilkan oleh osiloskop analog dan digital.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Generator

Generator merupakan suatu peralatan yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, kebanyakan generator digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik. Energi mekanik yang diperoleh dari generator dapat berasal dari motor bakar diesel, kincir angin, kincir air, dan dapat di kopling dengan suatu motor yang lain, yang jika dalam perkapalan kebanyakan menggunakan motor induk.

Dalam suatu perencanaan listrik diperlukan perencanaan untuk menghitung beban guna dapat menghitung atau memprediksi beban-beban yang nantinya diperlukan dalam suatu peralatan elektronik yang akan dihidupkan dengan menggunakan generator sehingga dapat menentukan kapasitas daya yang dihasilkan oleh generator.



Gambar 2.1 Generator AC 3 Fasa
Sumber: Foto dari Laboratorium MEAS

Generator memiliki 2 bagian yaitu :

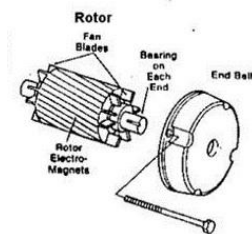
A. Rotor

Bagian yang berputar yang mempunyai bagian terdiri dari poros, inti, kumparan, cincin geser, dan sikat-sikat. Dan berfungsi untuk menghasilkan medan magnet. Antara rotor dan stator dipisahkan oleh celah udara. Rotor terdiri dari dua bagian umum, yaitu :

1. Inti kutub

Pada bagian inti kutub terdapat poros dari inti rotor yang memiliki fungsi sebagai jalan atau jalur fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan medan.

- ##### **2. Kumparan medan.**
- Pada bagian inti kutub terdapat poros dan inti rotor yang memiliki fungsi sebagai jalur fluks magnet yang dibangkitkan oleh kumparan medan. Pada kumparan medan ini juga terdapat dua bagian yaitu penghantar sebagai jalur untuk arus pemacuan dan bagian yang diisolasi. Isolasi pada bagian ini harus benar-benar baik dalam hal kekuatan mekanis, ketahanan akan suhu tinggi, dan ketahanannya terhadap gaya sentrifugal yang besar.



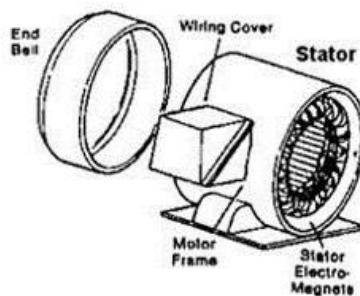
Gambar 2.2 Rotor pada Generator

Sumber: <http://catatanrimbun.blogspot.co.id/2012/11/proteksi-motor-listrik-untuk-mencegah.html>

B. Stator

Stator merupakan bagian dari generator yang diam. Bagian stator, terdiri dari beberapa bagian yaitu :

1. Inti stator. Pada inti ini terdapat slot-slot untuk menempatkan konduktor untuk mengatur arus medan magnet.
2. Belitan stator. Bagian stator yang terdiri dari beberapa batang konduktor yang terdapat di dalam slot dan ujung-ujung kumparan. Masing-masing slot dihubungkan untuk mendapat tegangan induksi.
3. Alur stator. Bagian stator yang berperan sebagai tempat belitan stator ditempatkan.
4. Rumah stator. Umumnya terbuat dari besi tuang yang berbentuk silinder. Bagian belakang rumah stator biasanya memiliki sirip sebagai alat bantu dalam proses pendinginan.



Gambar 2.3 Stator pada Generator

Sumber: <http://catatanrimbun.blogspot.co.id/2012/11/proteksi-motor-listrik-untuk-mencegah.html>

Pada generator, rotor yang sudah terlebih dahulu bergerak akibat poros rotor yang dikopel dengan sistem lain akan memotong medan magnet sehingga timbulnya arus.

Arus listrik yang ditimbulkan itulah yang menjadi output dari generator sehingga generator dikenal sebagai suatu alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.

2.1.1 Pengertian dan Prinsip Kerja Paralel Generator

Paralel generator merupakan suatu metode penggunaan dua atau lebih generator secara bersamaan yang dihubungkan secara paralel. Berikut ini merupakan beberapa fungsi dari generator yang diparalelkan antara lain:

1. Salah satu dari generator berfungsi sebagai emergency agar pasokan daya tetap terjaga kontinuitasnya.
2. Memperbesar kapasitas daya yang dihasilkan.
3. Efisiensi penggunaan daya

Prinsip Kerja secara umum Paralel Generator dimulai dari pasokan listrik ke beban dengan menghidupkan satu generator, kemudian secara sedikit demi sedikit beban dimasukkan sampai dengan kemampuan generator tersebut, selanjutnya menghidupkan lagi generator berikutnya dan diparalelkan dengan generator pertama untuk memikul beban yang lebih besar lagi. Saat generator kedua diparalelkan dengan generator pertama yang sudah memikul beban diharapkan terjadinya pembagian beban yang semula ditanggung generator pertama, sehingga terjadi kerjasama yang meringankan sebelum beban-beban selanjutnya dimasukkan.

2.1.2 Sinkronisasi Paralel Generator

Pada saat diparalelkan generator, maka generator pertama dinyalakan terlebih dahulu. Pada saat pembebanan di generator pertama mencapai konstan, maka generator kedua dihidupkan dan diparalelkan dengan generator pertama. Hal yang perlu diingat adalah frekuensi dari kedua generator ini harus sama.

Generator tidak dapat diparalelkan secara sembarangan. Sebab kesalahan pada saat diparalelkan generator dapat merusak generator itu sendiri. Berikut ini adalah syarat-syarat paralel generator:

a. Frekuensi generator yang sama

Pada saat hendak paralel, dua buah genset tentu tidak mempunyai frekuensi yang sama persis. Setelah dapat disinkron dan berhasil sinkron baru kedua genset mempunyai frekuensi yang sama sama persis.

b. Urutan fasa yang sama

Yang dimaksud urutan phase adalah arah putaran dari ketiga phase. Arah urutan ini dalam dunia industri dikenal dengan nama CW (clock wise) yang artinya searah jarum jam dan CCW (counter clock wise) yang artinya berlawanan dengan jarum jam. Hal ini dapat diukur dengan alat phase sequence type jarum.

c. Tegangan yang sama

d. Sudut fase yang sama

e. Polaritas yang sama

2.2 Osiloskop

2.2.1 Pengertian Osiloskop



Gambar 2.4 Osiloskop Feedback tipe CS-4125
Sumber: Foto dari Laboratorium MEAS

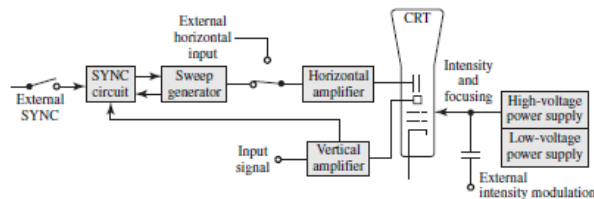


Gambar 2.5 Osiloskop LG tipe OS-3020
Sumber: Foto dari Laboratorium MEAS

Osiloskop sinar katoda adalah instrumen laboratorium yang sangat bermanfaat dan terandalkan yang digunakan untuk pengukuran dan analisa bentuk-bentuk gelombang dan gejala lain dalam rangkaian-rangkaian elektronik. Pada dasarnya Osiloskop sinar katoda adalah alat pembuat grafik atau gambar (plotter) X- Y yang sangat cepat yang memperagakan sebuah sinyal masukan terhadap sinyal lain atau terhadap waktu. Pena ("stylus") plotter ini adalah sebuah bintang cahaya yang bergerak melalui permukaan layar dalam memberi tanggapan terhadap tegangan-tegangan masukan.

Inti dari semua osiloskop sebenarnya terletak pada Cathode-ray Tube (CRT) yang mana ditunjukkan secara skematis pada gambar 2.6 . Electrons dilepaskan dari katoda panas dan dipercepat menuju ke layar dengan menggunakan anoda bermuatan positif. Penyusunan jaringan yang sesuai akan mempengaruhi focus dari berkas electron yang terdapat pada layar. Kepresisian dari spot yang terdapat dilayar dikendalikan oleh

defleksi dari plat pada posisi vertical dan horizontal. Tegangan akan dibagi menjadi dua set yaitu salah satu tegangan akan diaplikasikan pada salah satu plat set sehingga menghasilkan defleksi x sedangkan salah satu tegangan yang lain akan diaplikasikan ke salah satu plat set sehingga menghasilkan defleksi y. Dengan demikian maka pembagian tegangan yang sesuai terhadap dua set plat, berkas electron dapat ditempatkan sesuai dengan titik yang diinginkan pada tabung layar. Layar ini dilapisi dengan bahan berpendar yang dapat memancarkan cahaya saat terkena elektron.



Gambar 2.6 Block Diagram skematik dari Osiloskop
Sumber: Experimental Methods for Engineers Hal. 221

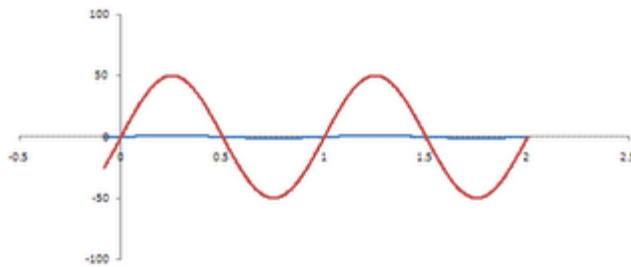
Osiloskop biasanya digunakan untuk mengamati bentuk gelombang yang tepat dari sinyal listrik. Selain amplitudo sinyal, osiloskop dapat menunjukkan distorsi, waktu antara dua peristiwa (seperti lebar pulsa, periode, atau waktu naik) dan waktu relatif dari dua sinyal terkait.

Fungsi dari Osiloskop sendiri antara lain Untuk menganalisis gelombang dan fenomena lain dalam rangkaian elektronika, Dapat melihat amplitudo tegangan, periode, frekuensi dari sinyal yang tidak diketahui, Mengetahui beda fasa antara sinyal masukan dan sinyal keluaran, Mengukur keadaan perubahan aliran (phase) dari sinyal input, Mengukur tegangan AC/DC dan menghitung frekuensi.

2.2.2 Pengertian Lissajous

Lissajous merupakan sebuah penampakan pada layar osiloskop yang mencitrakan perbedaan atau perbandingan Beda Fase, Frekuensi dan Amplitudo dari 2 gelombang inputan pada probe osiloskop.

Amplitudo adalah nilai puncak atau Maksimum positif dari sebuah gelombang sinusoidal. Frekuensi adalah suatu pernyataan yang menggambarkan banyak gelombang yang terjadi tiap detiknya dalam satuan Hz. Sebagai contoh apabila tertulis frekuensi sebesar 25 Hz berarti ada 25 gelombang dimana 1 gelombang terdiri atas 1 Bukit dan 1 Lembah yang terjadi dalam 1 detik, ini berarti 1 buah gelombang memakan waktu 1/25 detik atau sekitar 0.04 detik untuk tereksekusi sepenuhnya. Inilah yang biasa disebut dengan Periode Gelombang yakni waktu yang dibutuhkan 1 gelombang untuk tereksekusi seluruhnya. Pada gambar dibawah ini menunjukkan bahwa sumbu X mewakili frekuensi sedangkan sumbu Y mewakili amplitudo dari gelombang.

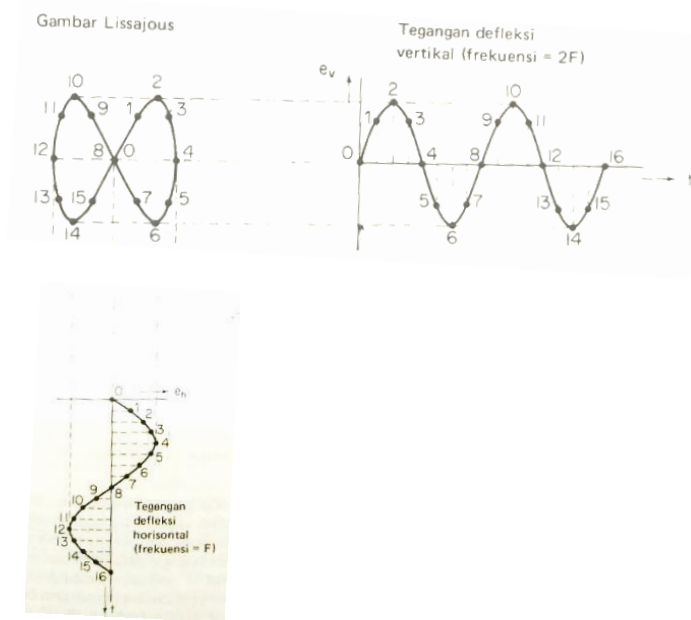


Gambar 2.7 Bentuk Amplitudo dan Frekuensi
 Sumber: <http://www.academia.edu/8659534/Lissajous>

Sedangkan definisi dari Beda fase adalah perbedaan sudut mulai antara 2 gelombang sinusoidal yang sedang diamati.

2.2.2.1. Konstruksi Gambar Lissajous

Gambar-gambar Lissajous dihasilkan bila gelombang-gelombang sinus dimasukkan secara bersamaan ke pelat-pelat defleksi horisontal dan vertikal CRO. Konstruksi sebuah gambar Lissajous ditunjukkan secara grafik pada Gambar 2.8. Gelombang sinus e_v menyatakan tegangan defleksi vertikal dan gelombang sinus e_h adalah tegangan defleksi horisontal. Frekuensi sinyal vertikal adalah dua kali frekuensi sinyal horisontal, sehingga bintik CRT bergerak dua siklus lengkap dalam arah vertikal dibandingkan terhadap satu siklus dalam arah horisontal. Gambar 2.8 menunjukkan bahwa angka 1 sampai 16 pada kedua bentuk gelombang menyatakan titik-titik yang berhubungan dengan selang waktu. Dengan menganggap bahwa bintik diawali dari pusat layar CRT (titik 0), perjalanan bintik dapat dilukiskan kembali menurut cara yang ditunjukkan, dan gambar yang dihasilkan disebut gambar Lissajous. Dua gelombang sinus dengan frekuensi yang sama menghasilkan gambar Lissajous yang bisa berbentuk garis lurus, elips atau lingkaran, bergantung pada fasa dan amplitudo kedua sinyal tersebut. Sebuah lingkaran hanya dapat terbentuk bila amplitudo kedua sinyal sama.



Gambar 2.8 Konstruksi gambar Lissajous

Sumber: Buku Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran Hal. 231

Jika mereka tidak sama dan/atau tidak sefasa, terbentuk sebuah elips yang sumbu-sumbunya adalah bidang horisontal dan bidang vertikal (dengan menganggap penempatan CRO yang normal). Tanpa memperhatikan amplitudo sinyal, hal yang menentukan jenis gambar yang terbentuk dengan memasukkan dua sinyal yang frekuensinya sama ke pelat defleksi adalah beda fasa antara kedua sinyal tersebut. Gambar 2.9 menunjukkan hubungan fasa yang diperlukan untuk masing-masing gambar yang dihasilkan.

Gambar yang Tegangan defleksi vertikal dihasilkan $e_v = E \sin (\omega t + \theta)$



Gambar 2.9 Gambar-gambar Lissajous dengan perbandingan 1/1 menunjukkan efek hubungan fasa.

Sumber: Buku Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran Hal. 232

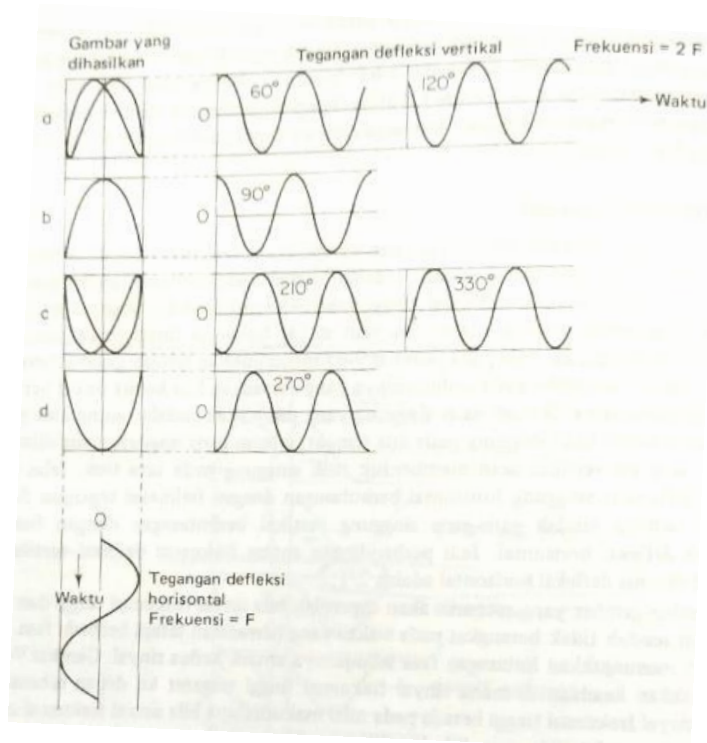
Sejumlah kesimpulan dapat diambil dari penyelidikan gambar-gambar ini. Sebagai contoh sebuah garis lurus dihasilkan bila kedua sinyal adalah sefasa atau berbeda fasa 180° . Sudut yang terbentuk dengan horizontal akan persis sama dengan 45° bila amplitudo kedua sinyal adalah sama. Suatu kenaikan pada tegangan defleksi vertikal menyebabkan garis yang membetuk sudut lebih besar dari 45° terhadap horizontal. Dengan cara sama, penurunan penguatan penguat vertikal memperlihatkan sebuah garis dengan sudut yang lebih kecil dari 45° terhadap horizontal. Sebuah lingkaran dihasilkan bila beda fasa antara kedua sinyal persis sama dengan 90° atau 270° , dengan anggapan bahwa kedua sinyal tersebut mempunyai amplitudo yang sama. Jika sinyal vertikal memiliki amplitudo yang lebih besar, terbentuk sebuah elips dengan sumbu panjang adalah sumbu vertikal. Bila sinyal horizontal lebih besar, sumbu panjang elips akan terletak sepanjang sumbu horizontal. Dalam hal elips-elips yang terbentuk karena perbedaan fasa selain dari 90° , suatu perubahan hubungan antara tegangan-tegangan defleksi mempunyai efek yang serupa.

2.2.2.2 Penentuan Frekuensi

Bagi setiap perbandingan sinyal yang dimasukkan, terdapat banyak kemungkinan konfigurasi. Salah satu pertimbangan adalah apakah yang dimasukkan ke pelat-pelat defleksi horisontal adalah frekuensi tinggi atau frekuensi rendah. Akan tetapi, pertimbangan yang paling penting adalah fasa dari sinyal frekuensi tinggi berkenaan dengan sinyal frekuensi rendah. Pola pada Gambar 2.8 menunjukkan sebuah gambar berbentuk angka delapan, bersandar pada kedua sisinya yang dihasilkan bila kedua sinyal berangkat keluar bersama-sama. Sebuah garis singgung yang dilukiskan melalui ujung atas gambar akan membentuk titik singgung pada dua tempat; sebuah garis singgung yang dilukiskan melalui satu sisi vertikal akan membentuk titik singgung pada satu titik. Jelas bahwa jumlah garis-garis singgung horisontal berhubungan dengan frekuensi tegangan defleksi vertikal, sedang jumlah garis-garis singgung vertikal berhubungan dengan frekuensi tegangan defleksi horisontal. Jadi perbandingan antara frekuensi defleksi vertikal terhadap frekuensi defleksi horisontal adalah $2/1$

Gambar-gambar yang menarik akan diperoleh bila sinyal frekuensi tinggi dan sinyal frekuensi rendah tidak berangkat pada waktu yang bersamaan tetapi berbeda fasa. Gambar 2.10 menunjukkan hubungan fasa selanjutnya antara kedua sinyal. Gambar 2.10 (b) menunjukkan keadaan di mana sinyal frekuensi tinggi tergeser ke depan sebesar 90° . Di sini sinyal frekuensi tinggi berada pada nilai maksimalnya bila sinyal frekuensi rendah baru akan memulai siklusnya. Bila kondisi ini terjadi, gambar yang dihasilkan membentuk sebuah parabola terbalik. Gambar jenis ini biasanya disebut bayangan rangkap (double image); karena berkas elektron, setelah mengubah arahnya, kembali mengikuti lintasan (jejak) yang persis sama.

Bila sebuah bayangan rangkap seperti halnya parabola dihasilkan, untuk mengevaluasi perbandingan frekuensi harus digunakan suatu metoda lain. Dalam hal ini sebuah garis singgung yang ditarik melalui ujung gambar yang terbuka dihitung sebagai setengah garis singgung. Sebagai contoh pada Gambar 2.10(d), sebuah garis singgung yang digambarkan melalui puncak membentuk dua titik singgung pada bagian atasnya yang terbuka dan dengan demikian masing-masing menghitung sebagai setengah garis singgung, menghasilkan total satu titik. Melalui sisi vertikal hanya terdapat satu titik singgung terbuka yang memberikan hitungan setengah. Dengan demikian, perbandingan frekuensi vertikal terhadap frekuensi horisontal masih $2/1$. Terdapat beberapa pembatasan terhadap frekuensi yang dapat dimasukkan ke pelat-pelat defleksi. Jelas, salah satu adalah bahwa CRO harus memiliki lebar bidang yang dibutuhkan pada frekuensi-frekuensi ini. Pembatasan lainnya adalah bahwa hubungan antara kedua frekuensi sebaiknya tidak akan memperlihatkan sebuah gambar yang akan terlalu dilibatkan dalam penentuan perbandingan frekuensi yang tepat. Sebagai aturan, perbandingan setinggi $10/1$ dan serendah $10/9$ dapat ditentukan dengan baik sekali.



Gambar 2.10 Gambar-gambar Lissajous untuk berbagai hubungan fasa antara tegangan defleksi vertikal dan horisontal.

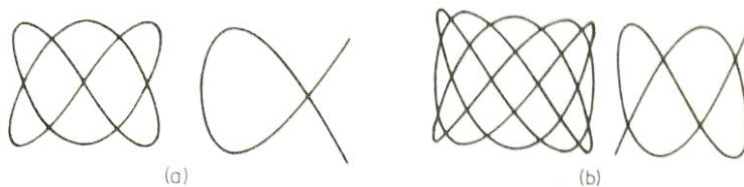
Sumber: Buku Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran Hal. 234

Disamping gambar-gambar untuk perbandingan perbandingan frekuensi yang bulat, terdapat banyak gambar pada mana pembilang dan penyebut dari perbandingan tersebut adalah angka-angka bulat. Sebagai contoh, Gambar 2.11 menunjukkan gambar-gambar untuk perbandingan $3/2$ dan $5/3$. Dalam setiap hal, metoda penentuan perbandingan dari frekuensi-frekuensi yang dimasukkan adalah sama seperti yang telah dibicarakan sebelumnya.

Membandingkan frekuensi dengan menggunakan gambar-gambar Lissajous sering dilakukan pada CRO. Bila sebuah gambar Lissajous dibentuk oleh dua sinyal yang amplitudonya sama dengan perbedaan frekuensi yang hanya sedikit, gambar kelihatan bergeser pelan-pelan sesuai dengan beda fasa antara keduanya. Bila dari permulaan kedua sinyal adalah sefasa dan gambar merupakan sebuah garis lurus seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9, garis terbuka menjadi sebuah elips, kemudian menjadi sebuah lingkaran, tertutup menjadi elips, dan kemudian menjadi garis lurus dengan kemiringan (inklinasi) yang berlawanan terhadap yang semula.

Urutan ini terjadi dengan pergeseran sebesar setengah getaran. Dalam menyelesaikan perbedaan satu getaran, gambar telah kembali ke posisi bergerak semula. Sebagai contoh, jika sebuah gambar Lissajous digunakan untuk membandingkan dua osilator, satu dengan frekuensi 1000 Hz dan yang lain dengan frekuensi 1001 Hz, gambar pada layar CRT menyelesaikan satu siklus perubahan dalam satu sekon. Jika frekuensi satu osilator dapat diatur sehingga diperlukan beberapa sekon untuk menyelesaikan satu

perubahan gambar yang lengkap, maka kedua frekuensi satu sama lain merupakan bilangan pecahan (fraksi) dari satu getaran (siklus) yang merupakan persentase yang sangat kecil dalam frekuensi osilasi sebesar 1000 Hz. Bila satu frekuensi bergeser sedikit berkenaan dengan yang lain, gambar akan berputar atau meluncur dengan cepat (barrel) dari perbandingan yang bulat.



Gambar 2.11 Menentukan frekuensi dengan menggunakan gambar-gambar Lissajous.
(a) Gambar Lissajous 3/2; (b) Gambar Lissajous 5/3.

Sumber: Buku Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran Hal. 235

2.2.2.3 Perhitungan Sudut Fasa

Tanpa memperhatikan amplitudo relatif dari tegangan-tegangan yang dimasukkan, elips memberikan cara sederhana untuk mendapatkan beda fasa antara dua sinyal dengan frekuensi yang sama. Metode ini ditunjukkan pada Gambar 2.12. Sinus sudut fasa antara kedua sinyal sama dengan perbandingan antara titik potong pada sumbu Y yang dinyatakan oleh Y_1 terhadap defleksi vertikal maksimal yang dinyatakan oleh Y_2 . Dapat dituliskan:

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

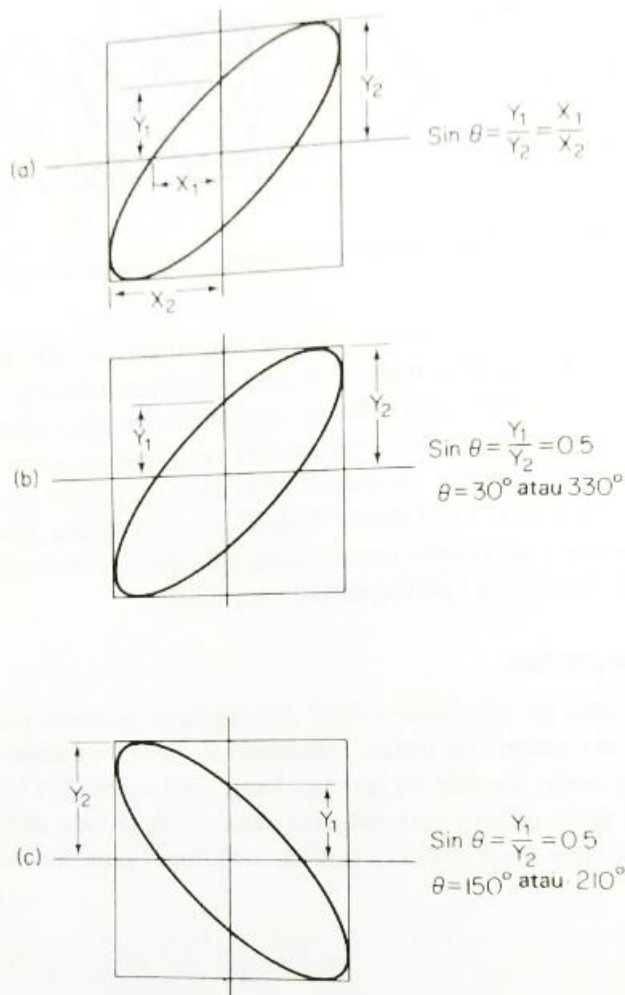
Agar menyeyangkan, penguatan-penguatan vertikal dan horisontal diatur sehingga elips tepat berada di dalam sebuah bujur sangkar seperti yang ditandai oleh garis-garis koordinat pada "graticule". Gambar 2.12. menunjukkan cara menafsirkan sudut fasa sesuai dengan orientasi elips. Jika sumbu panjang terletak dalam kuadran pertama dan ketiga seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12 (b), sudut fasa adalah antara 90° atau antara 270° dan 360° . Bila sumbu panjang lewat melalui kuadran kedua dan keempat, sudut fasa adalah antara 90° dan 180° atau antara 180° dan 270° . Dalam contoh Gambar 2.12 sinus sudut fasa sama dengan 0,5 sesuai dengan nilai sudut-sudut fasa yang berbeda seperti ditunjukkan pada gambar.

2.2.2.4 CRO dengan jejak rangkap dua (dual trace CRO)

Kemampuan CRT satu jejak (single trace) yang biasa dapat ditingkatkan agar menghasilkan bayangan ganda atau peragaan jejak rangkap dua dengan cara penyakelaran dua sinyal masukan terpisah secara elektronik (electronic switching). Diagram balok yang di sederhanakan pada Gambar 2.13 menunjukkan bahwa CRO jejak rangkap dua mempunyai dua rangkaian masukan vertikal yang diberi tanda : saluran A dan B dengan pra penguat dan saluran tunda yang identik. Keluaran pra-penguat A dan B diumpankan ke sebuah sakelar elektronik yang secara bergantian menghubungkan masukan penguat vertikal utama ke kedua masukan sinyal. Sakelar elektronik juga dapat berisi rangkaian untuk memilih variasi modus peragaan. Walaupun selektor untuk modus

peraga tidak ditunjukkan dalam diagram balok, mereka jelas kelihatan pada Gambar 2.12 sebagai alat kontrol di panel depan.

Bila sakelar modus peragaan berada pada posisi altermate (bergantian), sakelar elektronik secara bergantian menghubungkan penguat vertikal utama ke saluran A dan saluran B. Penyakelaran ini terjadi pada permulaan tiap-tiap penyapuan yang baru. Kecepatan pemindahan sakelar elektronik diselaraskan dengan kecepatan penyapuan, sehingga bintik CRT mengikuti jejak sinyal saluran A pada satu penyapuan dan sinyal saluran



Gambar 2.12 Penentuan sudut fasa antara dua sinyal dengan frekuensi yang sama.

Sumber: Buku Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran Hal. 236

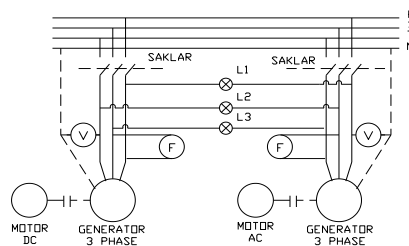
2.3 Metode Paralel Generator

2.3.1 Metode hubungan lampu gelap-terang

Dapat dimisalkan bahwa generator 2 (G2) akan diparalel dengan generator yang telah dioperasikan sebelumnya yaitu generator 1 (G1). Pada awalnya G2 diputar dengan mendekati putaran sinkronnya, lalu penguatan load factor (lf) diatur hingga tegangannya sama dengan tegangan pada G1.

Pada saat melakukan praktikum dapat mendekati frekuensi dan urutan fasa yang sama maka digunakan alat pendeteksi berupa lampu sinkronoskop hubungan gelap-terang. Untuk mendapatkan hubungan gelap terang maka salah satu fasa ditukar sehingga nantinya lampu sinkronoskop akan mati salah satunya baik itu pada fasa R atau fasa S dan atau fasa T.

Pada metode ini, rangkaian disusun sebagai berikut :

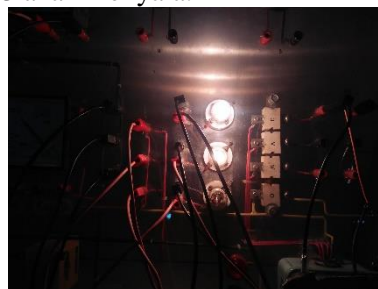


Gambar 2.13 Metode Gelap Terang

Lampu sinkronoskop dapat nyala-mati dikarenakan bahwa dikarenakan ada lampu yang tidak dihubungkan dengan fase yang sama sehingga dua lampu akan terang dan yang lainnya akan gelap.

Pada gambar tersebut tampak bahwa ketiga lampu dihubungkan pada phase-phase yang telah ditentukan. Lampu L_1 dihubungkan pada phase R_1 dan phase R_2 ; lampu L_2 dihubungkan pada phase S_1 dan phase T_2 ; sedangkan lampu L_3 dihubungkan pada phase T_1 dan phase S_2 .

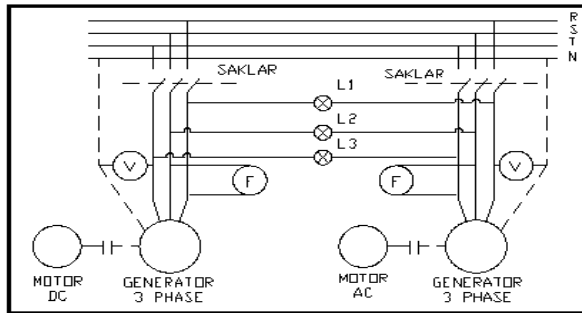
Jika rangkaian untuk paralel itu benar (urutan fasa sama), lampu L_1 , L_2 dan L_3 akan hidup mati secara bergantian dengan sangat lambat. Untuk mengetahui bahwa fasa kedua tegangan sama, saklar ditutup. Apabila fasa kedua tegangan sama maka L_1 akan mati, sedangkan L_2 dan L_3 akan menyala.



Gambar 2.14 Metode Gelap-Terang
Sumber: Dokumentasi Praktikum

2.3.2 Metode hubungan lampu gelap-gelap

Pada metode ini, rangkaian disusun sebagai berikut



Gambar 2.15 Metode lampu gelap – gelap

Seperti yang ada pada gambar diatas dapat dilihat bahwa ketiga lampu dihubungkan pada phase-phase yang sama. Lampu L_1 dihubungkan pada phase R_1 dan phase R_2 ; lampu L_2 dihubungkan pada phase S_1 dan phase S_2 ; sedangkan lampu L_3 dihubungkan pada phase T_1 dan phase T_2 .

Cara kerjanya sama dengan metode gelap-terang. Apabila rangkaian paralel itu benar (urutan fasa sama) ketiga lampu akan menyala-mati-menyala secara bersamaan dengan tempo yang lambat. Untuk mengetahui fasa kedua tegangan sama, saklar ditutup. Apabila fasa ke dua tegangan sama, maka ketiga lampu akan mati.



Gambar 2.16 Metode Gelap-Gelap
Sumber: Dokumentasi Praktikum

2.3.3. Metode hubungan lampu terang-terang

Cara kerja metode ini sama dengan metode gelap-terang. Apabila rangkaian paralel itu benar (urutan fasa sama) ketiga lampu menyala terang secara bersamaan dengan tempo yang lambat. Untuk mengetahui fasa kedua generator sama, saklar ditutup.

2.4 Alat yang digunakan untuk Sinkronisasi

2.4.1 Alternator Control

Alat untuk mengetahui tegangan antar fasa dengan netral.

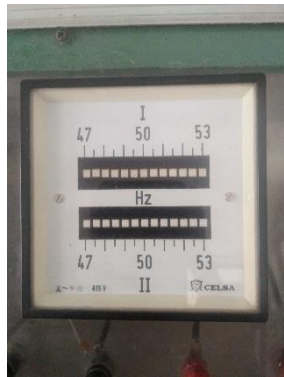


Gambar 2.17 Alternator Control

Sumber: <http://www.holden.co.uk/displayproducts.asp?sg=1&agCode=0450>

2.4.2 Double Frequency Meter

Double Frequency Meter digunakan untuk menampilkan nilai frekuensi dari kedua sumber AC.



Gambar 2.18 Double Frequency Meter

Sumber: Foto dari Laboratorium MEAS

2.4.3 Double Voltmeter

Double Voltmeter merupakan voltmeter yang menampilkan dua pengukuran tegangan yaitu tegangan dari peralatan yang akan disinkron (generator) dan tegangan sistem yang bekerja simultan



Gambar 2.19 Double Voltmeter

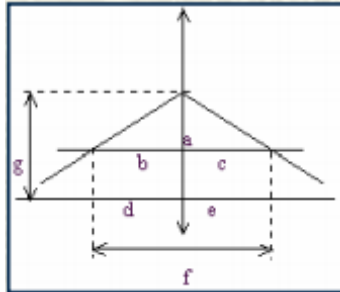
Sumber: Foto dari Laboratorium MEAS

2.5 Load Share

2.5.1 Pengertian Load Share

Definisi dari Load Share sendiri merupakan pembagian beban pada 2 buah generator. Pada awal mula dioperasikan hanya menggunakan 1 buah generator yang menanggung semua beban, setelah 2 generator bisa dioperasikan secara paralel maka beban akan dibagi rata pada tiap generator.

Kecepatan bersama = $b/d \times g$ atau $c/e \times g$ (dalam persen)



Gambar 2.20 Diagram Karakteristik Frekuensi terhadap Daya Dua Genset

Sumber: <http://eprints.undip.ac.id/>

dimana,

- a. Frekuensi atau putaran bersama.
- b. Beban pada genset 1.
- c. Beban pada genset 2
- d. Kapasitas genset 1.
- e. Kapasitas genset 2
- f. Total beban kedua genset.
- g. Putaran atau frekuensi tanpa beban dari kedua genset.

Dengan demikian bila dua generator yang berkerja secara paralel dan jika salah satu generator karakteristik droopnya dinaikkan maka akan mengakibatkan,

1. Frekuensi akan naik.
2. Daya yang disediakan oleh generator yang dinaikkan karakteristik droopnya akan bertambah.

Namun demikian penggunaannya di dunia perkapalan masih menjadi kekhawatiran di pihak perancang mengenai arus pembebanan pada masing – masing generator.

2.5.2 Aplikasi dari Load Share

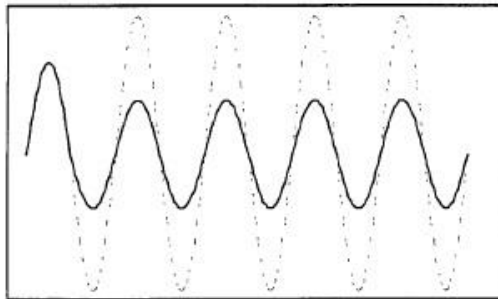
Aplikasinya supaya terjadi distribusi beban antar genset yang demikian maka dipergunakan alat load sharer untuk membagi beban genset secara proporsional berdasarkan kapasitas generator. Dengan demikian genset dengan kapasitas yang berbeda dapat secara aman diparalel dan menanggung beban secara proporsional sesuai dengan kapasitasnya.

Aplikasi loadshare di dunia perkapalan masih menjadi kekhawatiran di pihak perancang mengenai arus pembebanan pada masing – masing generator.

2.6 Undervoltage dan Overvoltage

Undervoltage merupakan turunnya amplitudo tegangan rms dalam waktu yang cukup lama (lebih dari satu menit). Penyebabnya terjadinya undervoltage adalah karena pengawatan pada system yang kurang baik dan pembebanan yang berlebih pada system (overloaded).

Sedangkan overvoltage adalah naiknya amplitudo tegangan rms dalam waktu yang cukup lama (lebih dari 1 menit). Sedangkan penyebab terjadinya overvoltage karena seting tap transformator yang kurang sesuai dan pembebanan yang kurang pada system (underloaded). Selain itu dapat disebabkan oleh AVR (Automatic Voltage Regulator).



Gambar 2.21 Undervoltage dan Overvoltage

Akibat dari terjadinya undervoltage dan Overvoltage adalah degradasi pada peralatan elektronik (berkurangnya masa penggunaan alat), dapat merusak belitan rotor, motor cepat panas.

Cara mengatasi undervoltage dan Overvoltage dapat menggunakan undervoltage relay (UVR). Sedangkan untuk overvoltage dapat digunakan overvoltage relay (OVR).

2.7 Standar IEEE 519 2014 mengenai Harmonisa

Harmonisa merupakan gangguan yang biasanya terjadi pada gelombang yang mengakibatkan terbentuknya ripple. Standar yang digunakan untuk memberikan batasan terjadinya harmonisa pada gelombang dinyatakan pada table dibawah ini

Tabel 2.1 Voltage Distortion Limits
Sumber : IEEE 519-2014

Bus voltage V at PCC	Individual harmonic (%)	Total harmonic distortion THD (%)
$V \leq 1.0 \text{ kV}$	5.0	8.0
$1 \text{ kV} < V \leq 69 \text{ kV}$	3.0	5.0
$69 \text{ kV} < V \leq 161 \text{ kV}$	1.5	2.5
$161 \text{ kV} < V$	1.0	1.5 ^a

Pada table 2.1. dijelaskan bahwa pada kondisi tegangan (V) pada saat Point of Common Coupling (PCC) pada tegangan 1 kiloVolt (kV) kebawah maka untuk Individual harmonic batasan yang ditentukan sebesar 5%. Sedangkan untuk Total Harmonic Distortion yang ditentukan sebesar 8.0 %.

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Metodologi merupakan suatu kerangka dasar dari tahapan penyelesaian Tugas Akhir. Metodologi penulisan pada skripsi ini mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau proses analisa terhadap permasalahan pada skripsi.

3.2 Urutan Pelaksanaan Pengerjaan Skripsi

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap awal yang digunakan untuk memperoleh berbagai macam informasi yang dibutuhkan . Dalam hal ini telaah pustaka yang dipakai untuk membantu menyelesaikan tugas akhir adalah sebagai berikut:

- a. J.P.Holman.2012. *“Experimental Methods for Engineers, Eight Edition”* . New York : The McGraw-Hill Companies, Inc.
- b. FEEDBACK CS-4125. 20 MHZ OSCILLOSCOPE “Operation Manual” : Feedback Instrument Ltd, Park Road, Crowborough, E.Sussex, TNR 2QR, UK.
- c. FEEDBACK OS-3020. 20 MHZ OSCILLOSCOPE “Operation Manual” : Feedback Instrument Ltd, Park Road, Crowborough, E.Sussex, TNR 2QR, UK
- d. Harry E. Thomas.2002. *“Elements of Electronic Instruments and Measurement Techniques”*. New York: PRENTICE-HALL, Inc.
- e. L.W. Turner.1978. *“Electronics Engineer’s Reference Book”*. London : Newnes-Butterworths.
- f. William D. Cooper.2004. *“Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran”*.Diterjemahkan oleh Ir. Sahat Pakpahan Jakarta : Erlangga
- g. Sri Waluyati.2008. *“Alat Ukur dan Teknik Pengukuran”*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- h. Najarudin Irfani. *“OSILOSKOP”*. Jakarta: Program Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Prof.DR. Hamka
- i. Sibghotur Rohman. 2015. *“Analisa Lissajous”*. Purwokerto: Laboratorium Elektronika, Instrumentasi dan Geofisika – Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jendral Soedirman.
- j. Cheng John. IEEE Standard 519. 2014. United Stated of America : Schneider Electric
- k. <https://id.wikipedia.org/wiki/Osiloskop>. Di Akses Pada 14/12/16
- l. <http://www.academia.edu/8659534/Lissajous> Di Akses pada 5/3/17

3.2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan dalam pengujian antara lain sebagai berikut:

- a. Spesifikasi teknis Generator Feedback
- b. Spesifikasi teknik Osiloskop Feedback Tipe CS-4125
- c. Spesifikasi teknis Osiloskop LG Tipe OS-3020
- d. Jenis pengujian yang akan dilakukan

3.2.3 Melakukan Pengujian

Pengujian yang akan dilakukan terbagi menjadi 2 kondisi yaitu:

- a. Pada saat Generator tak berbeban
- b. Pada saat Generator berbeban

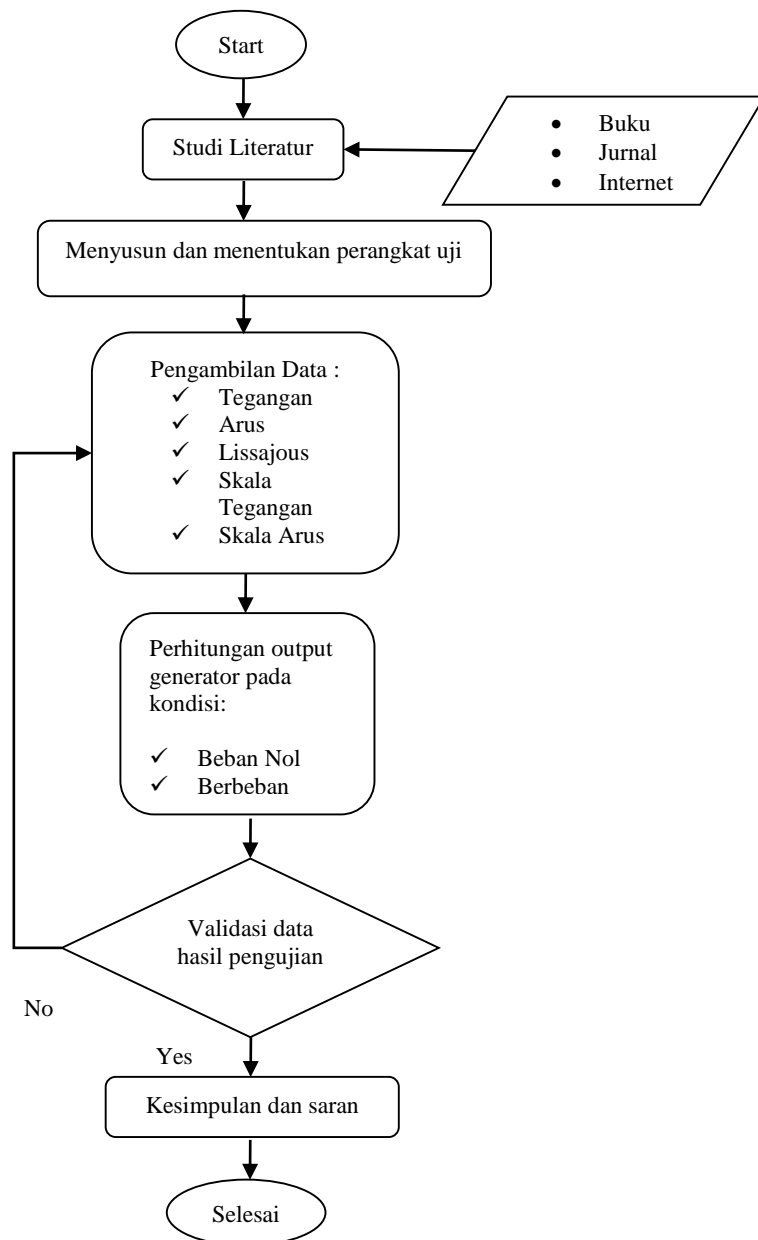
3.2.4 Pengambilan data

Pengambilan data bertujuan untuk mendapatkan data penunjang yang digunakan untuk melakukan perhitungan terhadap parameter – parameter yang telah ditentukan. Data yang diperlukan adalah Tegangan, Arus, Lissajous, Skala Tegangan dan Skala Arus. Analisa Data dan Pembahasan

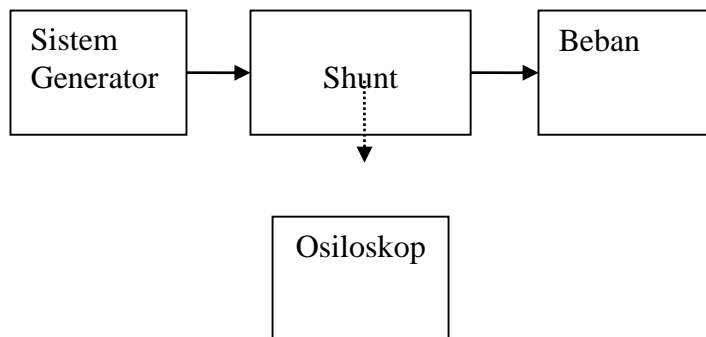
Analisa data dan pembahasan merupakan langkah yang dilakukan ketika kita sudah mendapatkan data yang didapatkan pada saat pengumpulan data. Setelah data yang diinginkan telah didapat maka akan didapatkan grafik dari hasil pengukuran menggunakan osiloskop dan juga grafik lissajous yang dihasilkan. Apabila sudah dibuat maka nantinya akan dibuat perbandingan bagaimanakah hasil grafik dengan memakai osiloskop analog dengan menggunakan osiloskop digital.

3.2.5 Kesimpulan dan Saran

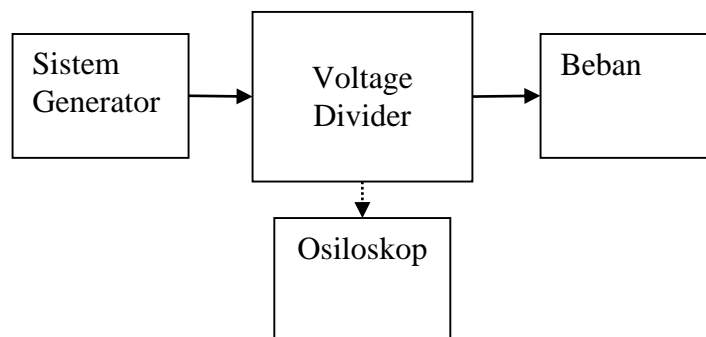
Setelah dilakukannya proses analisa data, tahapan selanjutnya adalah menarik kesimpulan atas hasil penelitian yang telah didapatkan. Kesimpulan berdasarkan atas analisa data dan dasaran teori. Kemudian dilakukan pemberian saran kepada pihak – pihak yang berkaitan untuk melakukan analisa lebih lanjut terhadap tugas akhir yang dikerjakan.



Gambar 3.1 Diagram alir penulisan Tugas Akhir



Gambar 3.2 Rangkaian Pengujian Arus pada Osiloskop



Gambar 3.3 Rangkaian Pengujian Arus pada Osiloskop

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perangkat yang Diuji

4.1.1 Generator

Pada pengujian kali ini peralatan yang dijadikan pengujian adalah dua buah generator yaitu Generator AC berpenggerak motor AC dan Generator AC berpenggerak motor DC dengan kapasitas masing-masing 600 VA. Dua buah generator ini nantinya akan digunakan sebagai paralel generator.



Gambar 4.1 Generator berpenggerak Motor AC

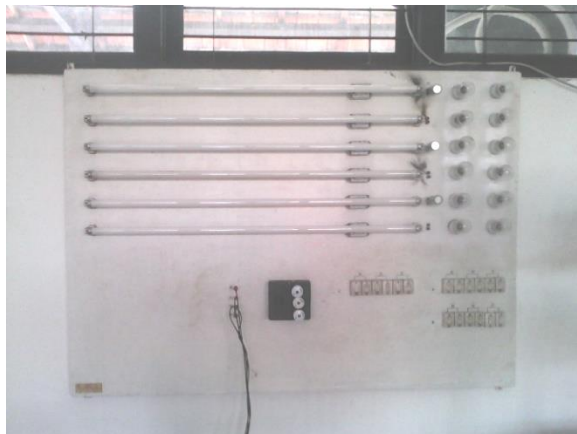


Gambar 4.2 Generator berpenggerak Motor DC

4.1.2 Pembebanan

Dalam pengujian ini dibutuhkan beberapa pembebanan yang akan dilakukan pada paralel generator. Pembebanan tersebut antara lain;

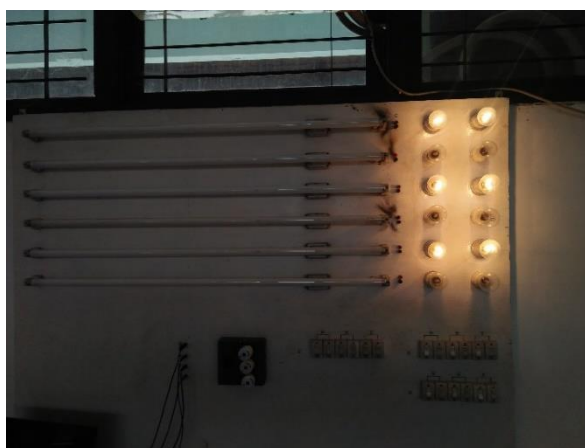
- a. Beban Nol
- b. Beban 120 watt : Lampu Pijar 3 x 40 watt
- c. Beban 240 watt :Lampu Pijar 6 x 40 watt
- d. Beban 348 watt :Lampu Pijar 6 x 40 watt ditambah dengan Lampu Fluorescent 3 x 36 watt
- e. Beban 456 watt : Lampu Pijar 6 x 40 watt ditambah dengan Lampu Fluorescent 6 x 36 watt



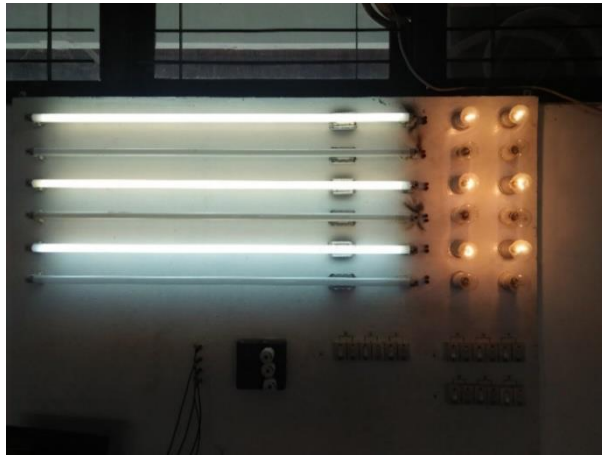
Gambar 4.3 Pembenan Lampu kondisi Beban Nol



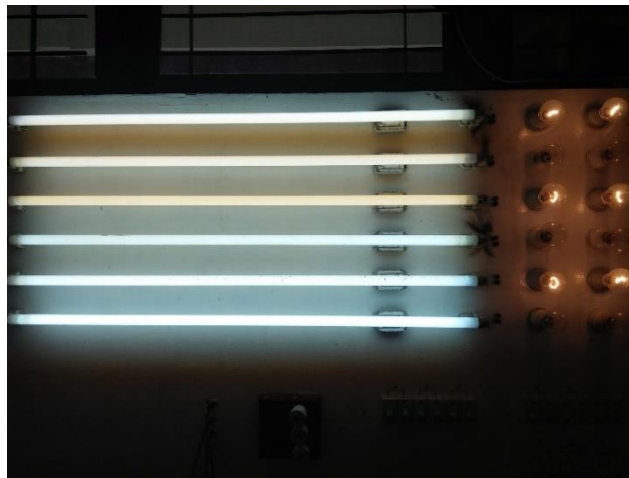
Gambar 4.4 Pembebanan Lampu Pijar 120 watt



Gambar 4.5 Pembebanan Lampu Pijar 240 watt



Gambar 4.6 Pembebanan Lampu Pijar dengan Lampu TL 348 watt



Gambar 4.7 Pembebanan Lampu Pijar dengan Lampu TL 456 watt

4.2 Perangkat Penguji

4.2.1 Osiloskop

Pengujian yang dilakukan menggunakan 2 buah Osiloskop yakni Osiloskop Analog Feedback Tipe CS-4125 dengan Osiloskop Digital LG Tipe OS-3020.



Gambar 4.8 Osiloskop Analog Feedback Tipe CS-4125



Gambar 4.9 Osiloskop Digital LG Tipe OS-3020

4.2.2 Voltage Divider



Gambar 4.10 Voltage Divider

Voltage divider merupakan suatu perangkat yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari output generator menuju ke osiloskop. Hal ini dikarenakan tegangan yang mampu diukur oleh osiloskop sendiri maksimal 20 V sehingga disini tegangan yang masuk ke osiloskop harus dibawah 20 V. Akan tetapi setelah dilakukan percobaan didapatkan bahwa tegangan yang mampu diukur dengan osiloskop hanya berkisar sekitar 10 V sehingga dibuatlah voltage divider dengan inputan sebesar 3.02 V untuk tegangan sefasa dan 5.22 V untuk tegangan antar fasa.

4.2.3 Shunt

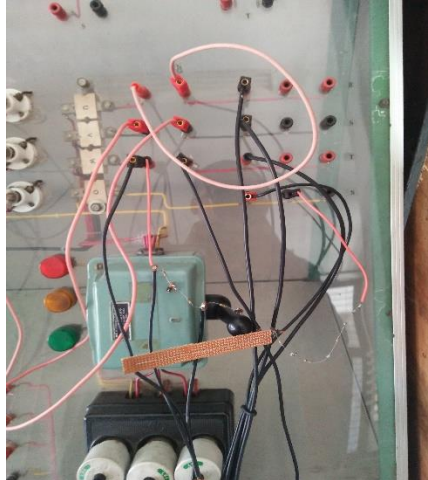


Gambar 4.11 Shunt

Shunt merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur arus yang nanti akan disambungkan dengan osiloskop lewat kabel probe. Shunt sendiri merupakan suatu

resistor dengan resistansi rendah yang disambungkan antara output generator dengan pembebanan. Shunt sendiri menggunakan kawat nichrome.

4.3 Gambar Rangkaian Pengujian



Gambar 4. 12 Rangkaian Pengujian

4.4 Data Hasil Percobaan

4.4.1 Osiloskop Analog pada Tegangan Sefasa

a. Data Pengukuran Manual

Data pengukuran dibawah ini didapatkan dengan mengukur secara manual menggunakan voltmeter dan frekuensi meter yang terdapat pada panel papan paralel generator dan juga dengan menggunakan tang meter. Kemudian terdapat juga variable yang digunakan pada osiloskop analog yang disertakan pada table dibawah ini

Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Manual Osiloskop Analog

Beban (watt)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Frekuensi (Hz)
0	220	0	53
120	219	0.14	52.5
240	215	0.3	52
348	200	0.52	51.5
456	198	0.76	51

Tabel 4.2 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Sweep time (s)	Voltage Scale Arus (V/div)	Voltage Scale Tegangan (V/div)
0	0.002	0.2	5
120	0.002	0.2	5
240	0.002	0.5	5
348	0.002	1	5
456	0.002	2	5

b. Data Perhitungan Tegangan dan Arus

Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.65	8.25	72.86046512
120	1.6	8	72.86046512
240	1.6	8	72.86046512
348	1.35	6.75	72.86046512
456	1.4	7	72.86046512

Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Tegangan (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
601.0988372	300.5494186	212.520532
582.883721	291.4418605	206.0805159
582.883721	291.4418605	206.0805159
491.8081396	245.9040698	173.8804353
510.0232558	255.0116279	180.3204514

Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Arus pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Koefisien Shunt	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.3	0.46	0.28	0.1288
240	1.8	0.9	0.28	0.252
348	1.4	1.4	0.28	0.392
456	1.3	2.6	0.28	0.728

- a. Data perhitungan tegangan didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan dari Gelombang (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Tegangan Vpp : Tegangan dari gelombang (v) x Koefisien Voltage divider

Tegangan V_p : Tegangan $V_{pp} / 2$

Tegangan V_{rms} : Tegangan $V_p / \sqrt{2}$

b. Data perhitungan arus didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Arus Aktual (A) : Tegangan (v) x Koefisien Shunt

c. Data perhitungan Lissajous

1. Beban 348 watt



Gambar 4.13 Lissajous 348 watt Analog

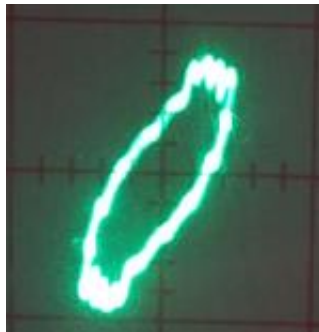
Pada saat beban menunjukkan 348 watt untuk mencari beda fasa digunakanlah rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.3}{0.7} \\ \sin \theta &= 0.43 \\ \theta &= 25.5^\circ\end{aligned}$$

2. Beban 456 watt



Gambar 4.14 Lissajous 456 watt Analog

Saat kondisi beban 456 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.55}{0.9} \\ \sin \theta &= 0.61 \\ \theta &= 37.6^\circ\end{aligned}$$

d. Data perhitungan Toleransi

Tabel 4.6 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.25	6.25	72.86046512
120	1.3	6.5	72.86046512
240	1.3	6.5	72.86046512
348	1.15	5.75	72.86046512
456	1.2	6	72.86046512

Tabel 4.7 Data Perhitungan Vmin (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
455.377907	227.6889535	161.000403
473.5930233	236.7965116	167.4404191
473.5930233	236.7965116	167.4404191
418.9476744	209.4738372	148.1203708
437.1627907	218.5813954	154.5603869

Tabel 4. 8 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	212.520532	161.000403	24.24
120	206.0805159	167.4404191	18.75
240	206.0805159	167.4404191	18.75
348	173.8804353	148.1203708	14.81
456	180.3204514	154.5603869	14.29

Untuk Perhitungan THD maka dalam perhitungan ini dipilih tegangan tertinggi yang dihasilkan yaitu pada Tabel 4.4 dengan tegangan pada titik terendah pada Vmin. Untuk perhitungan rumus maka digunakan formula seperti dibawah ini:

$$\text{THD (\%)} : \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \times 100\%$$

4.4.2 Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa

a. Data Pengukuran Manual

Sama halnya dengan osiloskop analog, pada osiloskop digital data yang ada dibawah ini didapatkan dengan mengukur secara manual menggunakan voltmeter dan frekuensi meter yang terdapat pada panel papan parallel generator dan juga dengan menggunakan tang meter. Kemudian terdapat juga variable yang digunakan pada osiloskop analog yang disertakan pada table dibawah ini

Tabel 4.9 Data Hasil Pengukuran Manual Osiloskop Digital

Beban (watt)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Frekuensi (Hz)
0	220	0	53
120	219	0.14	52.5
240	215	0.3	52
348	200	0.52	51.5
456	198	0.76	51

Tabel 4.10 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Sweeptime (s)	Voltage Scale Arus (V/div)	Voltage Scale Tegangan (V/div)
0	0.002	0.2	5
120	0.002	0.2	5
240	0.002	0.5	5
348	0.002	1	5
456	0.002	2	5

b. Data Perhitungan Tegangan dan Arus

Tabel 4.11 Data Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.7	8.5	72.86046512
120	1.6	8	72.86046512
240	1.55	7.75	72.86046512
348	1.4	7	72.86046512
456	1.2	6	72.86046512

Tabel 4.12 Data Perhitungan Tegangan (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
619.3139535	309.6569768	218.9605481
582.883721	291.4418605	206.0805159
564.6686047	282.3343023	199.6404997
510.0232558	255.0116279	180.3204514
437.1627907	218.5813954	154.5603869

Tabel 4.13 Data Perhitungan Arus pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Koefisien Shunt	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.4	0.48	0.28	0.1344
240	2	1	0.28	0.28
348	1.5	1.5	0.28	0.42
456	1.4	2.8	0.28	0.784

- a. Data perhitungan tegangan didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan dari Gelombang (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Tegangan Vpp : Tegangan dari gelombang (v) x Koefisien Voltage divider

Tegangan Vp : Tegangan Vpp / 2

Tegangan Vrms : Tegangan Vp / $\sqrt{2}$

- b. Data perhitungan arus didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Arus Aktual (A) : Tegangan (v) x Koefisien Shun

c. Data Perhitungan Lissajous

1. Beban 348 watt



Gambar 4.15 Lissajous 348 watt Digital

Saat beban diatur menjadi 348 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.35}{0.8} \\ \sin \theta &= 0.44 \\ \theta &= 26.1^\circ\end{aligned}$$

2. Beban 456 watt



Gambar 4.16 Lissajous 456 watt Osiloskop Digital

Dari gambar 4.16 yang menunjukkan beban 456 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\sin \theta = \frac{0.4}{0.8}$$

$$\sin \theta = 0.5$$

$$\theta = 30^0$$

d. Data Perhitungan Toleransi

Tabel 4.14 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.4	7	72.86046512
120	1.4	7	72.86046512
240	1.35	6.75	72.86046512
348	1.2	6	72.86046512
456	1	5	72.86046512

Tabel 4.15 Data Perhitungan Vmin (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
510.0232558	255.0116279	180.3204514
510.0232558	255.0116279	180.3204514
491.8081396	245.9040698	173.8804353
437.1627907	218.5813954	154.5603869
364.3023256	182.1511628	128.8003224

Tabel 4.16 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	218.9605481	180.3204514	17.65
120	206.0805159	180.3204514	12.50
240	199.6404997	173.8804353	12.90
348	180.3204514	154.5603869	14.29
456	154.5603869	128.8003224	16.67

Dalam perhitungan THD pada Osiloskop Digital cara yang sama juga dilakukan yakni dengan memilih tegangan tertinggi yang dihasilkan yaitu pada Tabel 4.12 dengan tegangan pada titik terendah pada Vmin. Untuk perhitungan rumus maka digunakan formula seperti dibawah ini:

$$\text{THD (\%)} : \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \times 100\%$$

4.4.3 Osiloskop Analog pada Tegangan Antar Fasa

a. Data Pengukuran Manual

Pada Osiloskop Analog tegangan antar fasa data pengukuran dibawah ini sama halnya pengukuran tegangan sefasa yakni didapatkan dengan mengukur secara manual menggunakan voltmeter dan frekuensi meter yang terdapat pada panel papan parallel generator dan juga dengan menggunakan tang meter. Kemudian terdapat juga variable yang digunakan pada osiloskop analog yang disertakan pada table dibawah ini

Tabel 4.17 Data Pengukuran Manual pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Frekuensi (Hz)
0	380	0	53
120	375	0.14	52.5
240	360	0.3	52
348	355	0.52	51.5
456	340	0.76	51

Tabel 4.18 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Sweep time (s)	Voltage Scale Arus (V/div)	Voltage Scale Tegangan (V/div)
0	0.002	0.2	5
120	0.002	0.2	5
240	0.002	0.5	5
348	0.002	1	5
456	0.002	2	5

b. Data Perhitungan Tegangan dan Arus

Tabel 4.19 Data Hasil Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	3.4	17	72.86046512
120	3.2	16	72.86046512
240	3.1	15.5	72.86046512
348	3	15	72.86046512
456	2.8	14	72.86046512

Tabel 4.20 Data Hasil Perhitungan Tegangan (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
1238.627907	619.3139535	437.9210962
1165.767442	582.883721	412.1610317
1129.337209	564.6686047	399.2809995
1092.906977	546.4534884	386.4009673
1020.046512	510.0232558	360.6409028

Tabel 4.21 Data Hasil Perhitungan Arus pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Koefisien Shunt	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.17	0.434	0.28	0.12152
240	1.75	0.875	0.28	0.245
348	1.5	1.5	0.28	0.42
456	1.35	2.7	0.28	0.756

- a. Data perhitungan tegangan didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan dari Gelombang (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Tegangan Vpp : Tegangan dari gelombang (v) x Koefisien Voltage divider

Tegangan Vp : Tegangan Vpp / 2

Tegangan Vrms : Tegangan Vp / $\sqrt{2}$

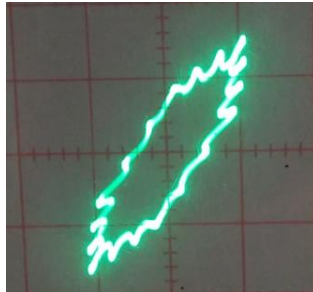
- b. Data perhitungan arus didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Arus Aktual (A) : Tegangan (v) x Koefisien Shunt

c. Data perhitungan Lissajous

1. Beban 120 watt



Gambar 4.17 Lissajous 120 watt Analog

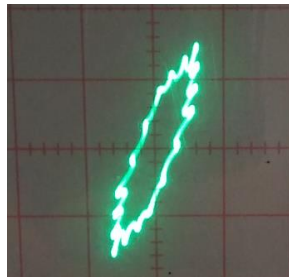
Pada Gambar 4.17 beban 120 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.25}{0.8} \\ \sin \theta &= 0.31 \\ \theta &= 18.1^\circ\end{aligned}$$

2. Beban 240 watt



Gambar 4.18 Lissajous 240 watt Analog

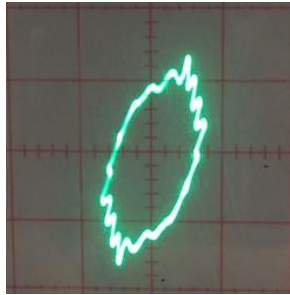
Saat kondisi beban 240 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.3}{0.8} \\ \sin \theta &= 0.38 \\ \theta &= 22.3^\circ\end{aligned}$$

3. Beban 348 watt



Gambar 4.19 Lissajous 348 watt Analog

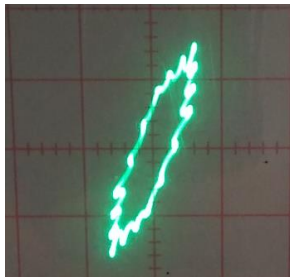
Pada saat kondisi beban 348 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.5}{0.75} \\ \sin \theta &= 0.67 \\ \theta &= 42.1^\circ\end{aligned}$$

4. Beban 456 watt



Gambar 4.20 Lissajous 456 watt Analog

Dari gambar 4.20 beban 456 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.55}{0.71} \\ \sin \theta &= 0.77 \\ \theta &= 50.4^\circ\end{aligned}$$

d. Data Perhitungan Toleransi

Tabel 4.22 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	2.6	13	72.86046512
120	2.2	11	72.86046512
240	2.2	11	72.86046512
348	2.6	13	72.86046512
456	2.1	10.5	72.86046512

Tabel 4.23 Data Perhitungan Vmin (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
947.1860466	473.5930233	334.8808383
801.4651163	400.7325582	283.3607093
801.4651163	400.7325582	283.3607093
947.1860466	473.5930233	334.8808383
765.0348838	382.5174419	270.4806771

Tabel 4. 24Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Dittortions (%)
0	437.9210962	334.8808383	23.53
120	412.1610317	283.3607093	31.25
240	399.2809995	283.3607093	29.03
348	386.4009673	334.8808383	13.33
456	360.6409028	270.4806771	25.00

Dalam perhitungan THD pada Osiloskop Digital cara yang sama juga dilakukan yakni dengan memilih tegangan tertinggi yang dihasilkan yaitu pada Tabel 4.12 dengan tegangan pada titik terendah pada Vmin. Untuk perhitungan rumus maka digunakan formula seperti dibawah ini:

$$\text{THD (\%)} : \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \times 100\%$$

4.4.4 Osiloskop Digital pada Tegangan Antar Fasa

a. Data Pengukuran Manual

Sama halnya dengan osiloskop digital sefasa, pada osiloskop digital antar fasa data yang ada dibawah ini didapatkan dengan mengukur secara manual menggunakan voltmeter dan frekuensi meter yang terdapat pada panel papan parallel generator dan juga dengan menggunakan tang meter. Kemudian terdapat juga variable yang digunakan pada osiloskop analog yang disertakan pada table dibawah ini

Tabel 4.25 Data Pengukuran Manual pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Frekuensi (Hz)
0	380	0	53
120	375	0.14	52.5
240	360	0.3	52
348	355	0.42	51.5
456	340	0.76	51

Tabel 4.26 Data Skala yang digunakan pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Sweeptime (s)	Voltage Scale Arus (V/div)	Voltage Scale Tegangan (V/div)
0	0.002	0.2	5
120	0.002	0.2	5
240	0.002	0.5	5
348	0.002	1	5
456	0.002	2	5

b. Data Perhitungan Tegangan dan Arus

Tabel 4.27 Data Perhitungan Tegangan pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	3.1	15.5	72.86046512
120	3	15	72.86046512
240	2.9	14.5	72.86046512
348	2.8	14	72.86046512
456	2.7	13.5	72.86046512

Tabel 4.28 Data Perhitungan Tegangan (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
1129.337209	564.6686047	399.2809995
1092.906977	546.4534884	386.4009673
1056.476744	528.2383721	373.520935
1020.046512	510.0232558	360.6409028
983.6162791	491.8081396	347.7608705

Tabel 4.29 Data Perhitungan Arus pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Skala	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.25	0.45	0.28	0.126
240	1.9	0.95	0.28	0.266
348	1.45	1.45	0.28	0.406
456	1.25	2.5	0.28	0.7

- a. Data perhitungan tegangan didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan dari Gelombang (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Tegangan Vpp : Tegangan dari gelombang (v) x Koefisien Voltage divider

Tegangan Vp : Tegangan Vpp / 2

Tegangan Vrms : Tegangan Vp / $\sqrt{2}$

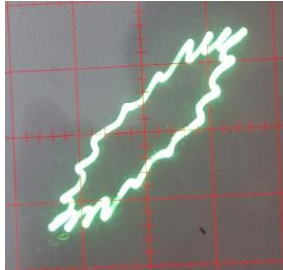
- b. Data perhitungan arus didapatkan dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Tegangan (v) : Amplitudo tegangan (div) x Voltage Scale (v/div)

Arus Aktual (A) : Tegangan (v) x Koefisien Shun

c. Data Perhitungan Lissajous

1. Beban 120 watt



Gambar 4.21 Lissajous 120 watt Digital

Dengan memperhatikan gambar 4.21 saat kondisi beban 120 watt untuk mencari beda fasa digunakanlah rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.25}{0.75} \\ \sin \theta &= 0.33 \\ \theta &= 19.3^\circ\end{aligned}$$

2. Beban 240 watt



Gambar 4.22 Lissajous 240 watt Osiloskop Digital

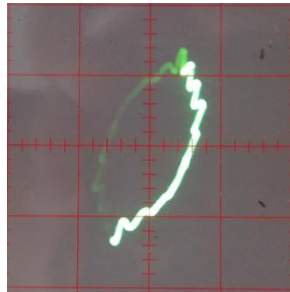
Pada saat kondisi beban 240 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.3}{0.75} \\ \sin \theta &= 0.4 \\ \theta &= 23.6^\circ\end{aligned}$$

3. Beban 348 watt



Gambar 4.23 Lissajous 348 watt Digital

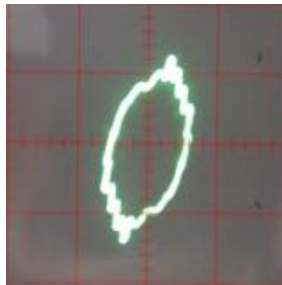
Pada saat beban 348 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.45}{0.7} \\ \sin \theta &= 0.64 \\ \theta &= 39.8^\circ\end{aligned}$$

4. Beban 456 watt



Gambar 4.24 Lissajous 456 watt Osiloskop Digital

Pada Gambar 4.24 beban 456 watt untuk mencari beda fasa dengan menggunakan rumus berikut

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

sehingga,

$$\begin{aligned}\sin \theta &= \frac{0.45}{0.65} \\ \sin \theta &= 0.69 \\ \theta &= 43.6^\circ\end{aligned}$$

d. Data Perhitungan Toleransi

Tabel 4.30 Data Perhitungan Vmin pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	2.4	12	72.86046512
120	2.2	11	72.86046512
240	2.2	11	72.86046512
348	2.3	11.5	72.86046512
456	2	10	72.86046512

Tabel 4.31 Data Perhitungan Vmin (Lanjutan)

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
874.3255814	437.1627907	309.1207738
801.4651163	400.7325582	283.3607093
801.4651163	400.7325582	283.3607093
837.8953489	418.9476744	296.2407416
728.6046512	364.3023256	257.6006448

Tabel 4.32 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	399.2809995	309.1207738	22.58
120	386.4009673	283.3607093	26.67
240	373.520935	283.3607093	24.14
348	360.6409028	296.2407416	17.86
456	347.7608705	257.6006448	25.93

Dalam perhitungan THD pada Osiloskop Digital cara yang sama juga dilakukan yakni dengan memilih tegangan tertinggi yang dihasilkan yaitu pada Tabel 4.12 dengan tegangan pada titik terendah pada Vmin. Untuk perhitungan rumus maka digunakan formula seperti dibawah ini:

$$\text{THD (\%)} : \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}} \times 100\%$$

4.4.5 Perbandingan Hasil Tegangan dan Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Sefasa

Pada Tabel dibawah ini ditunjukkan hasil dari perbandingan antara Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital pada kondisi saat pengukuran manual dengan Hasil Perhitungan yang telah dilakukan pada kondisi tegangan sefasa

Tabel 4.33 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Sefasa

Beban (watt)	PENGUKURAN MANUAL		OSILOSKOP ANALOG	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	220	0	212.520532	0
120	219	0.14	206.0805159	0.1288
240	215	0.3	206.0805159	0.252
348	200	0.42	173.8804353	0.392
456	198	0.76	180.3204514	0.728

Tabel 4.34 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Sefasa

Beban (watt)	OSILOSKOP DIGITAL	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	218.9605481	0
120	206.0805159	0.1344
240	199.6404997	0.28
348	180.3204514	0.42
456	154.5603869	0.784

4.4.6 Perbandingan Hasil Tegangan dan Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Antar Fasa

Pada Tabel dibawah ini ditunjukkan hasil dari perbandingan antara Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital pada kondisi saat pengukuran manual dengan Hasil Perhitungan yang telah dilakukan pada kondisi tegangan antar fasa

Tabel 4.35 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Antar Fasa

Beban (watt)	PENGUKURAN MANUAL		OSILOSKOP ANALOG	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	380	0	437.9210962	0
120	375	0.14	412.1610317	0.12152
240	360	0.3	399.2809995	0.245
348	355	0.52	386.4009673	0.42
456	340	0.76	360.6409028	0.756

Tabel 4.36 Data Perbandingan Hasil Pengukuran menggunakan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Hasil pengukuran pada Tegangan Antar Fasa

Beban (watt)	OSILOSKOP DIGITAL	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	399.2809995	0
120	386.4009673	0.126
240	373.520935	0.266
348	360.6409028	0.406
456	347.7608705	0.7

4.4.7 Perbandingan Hasil Toleransi Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Sefasa

Tabel 4.37 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog Tegangan Sefasa

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	212.520532	161.000403	24.24
120	206.0805159	167.4404191	18.75
240	206.0805159	167.4404191	18.75
348	173.8804353	148.1203708	14.81
456	180.3204514	154.5603869	14.29

Tabel 4. 38 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digital Tegangan Sefasa

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	218.9605481	180.3204514	17.65
120	206.0805159	180.3204514	12.50
240	199.6404997	173.8804353	12.90
348	180.3204514	154.5603869	14.29
456	154.5603869	128.8003224	16.67

Setelah membaca table 4.37 dan 4.38 maka dapat diketahui bahwa pada Osiloskop Digital memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan Osiloskop Analog. Pada Standar IEEE 519 batasan THD dengan syarat tegangan dibawah 1 kV adalah 8%. Dari Tabel diatas dapat dilihat bahwa pada saat beban 0 watt Osiloskop Digital memiliki nilai THD sebesar 17.65 % sedangkan pada Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 24.24 %. Berlanjut pada beban 120 watt, Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 12.5 % sementara untuk Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 18.75 %. Selanjutnya pada beban 240 watt, Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 12.9 % , untuk Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 18.75 %. Lalu pada beban 348 watt, Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 14.29 % sedangkan Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 14.81%. Dan yang terakhir pada beban 456 watt

Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 16.67% sementara untuk Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 14.29 %.

4.4.8 Perbandingan Hasil Toleransi Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Kondisi Tegangan Antar Fasa

Tabel 4.39 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Analog pada Tegangan Antar Fasa

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortions (%)
0	437.9210962	334.8808383	23.53
120	412.1610317	283.3607093	31.25
240	399.2809995	283.3607093	29.03
348	386.4009673	334.8808383	13.33
456	360.6409028	270.4806771	25.00

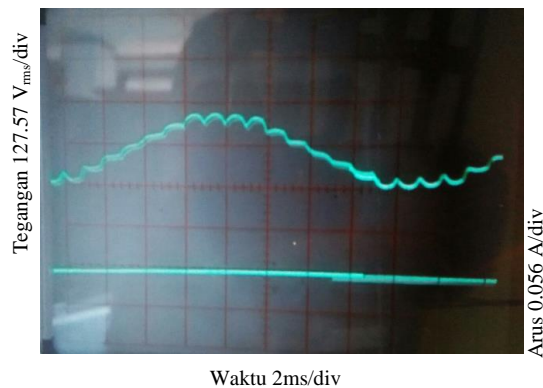
Tabel 4.40 Data Perhitungan THD pada Osiloskop Digital pada Tegangan Antar Fasa

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	399.2809995	309.1207738	22.58
120	386.4009673	283.3607093	26.67
240	373.520935	283.3607093	24.14
348	360.6409028	296.2407416	17.86
456	347.7608705	257.6006448	25.93

Pada table 4.39 dan 4.40 hasil yang didapatkan setelah menghitung THD pada kondisi tegangan antar fasa dapat diketahui bahwa pada Osiloskop Digital memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan dengan Osiloskop Analog. Dengan menggunakan Standar IEEE 519 batasan THD pada tegangan dibawah 1 kV adalah 8%. Dengan membaca table 4.39 dan 4.40 bahwa pada saat beban 0 watt Osiloskop Digital memiliki nilai THD sebesar 22.58 % sedangkan pada Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 23.53 %. Lalu pada beban 120 watt, Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 26.67 % sementara untuk Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 31.25 %. Selanjutnya pada beban 240 watt, Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 24.14 % , untuk Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 29.03 %. Lalu pada beban 348 watt, Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 17.86 % sedangkan Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 13.33 %. Dan yang terakhir pada beban 456 watt Osiloskop Digital menghasilkan THD sebesar 25.93 % sementara untuk Osiloskop Analog menghasilkan THD sebesar 25 %.

4.5 Grafik Hasil Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa

4.5.1 Beban 0 watt Pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital

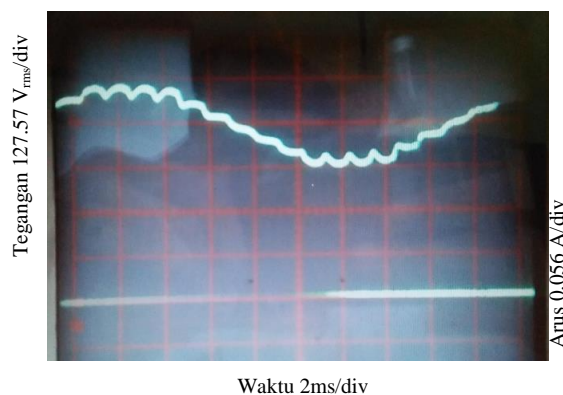


Gambar 4.25 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Analog

Pada osiloskop analog dengan variable beban 0 watt gelombang yang dihasilkan berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.65 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 212.52 volt.

Untuk arus sendiri belum ada nilai yang dihasilkan karena belum adanya beban yang diberikan kepada parallel generator tersebut sehingga nilai arus yang ditampilkan hanya berupa garis lurus.



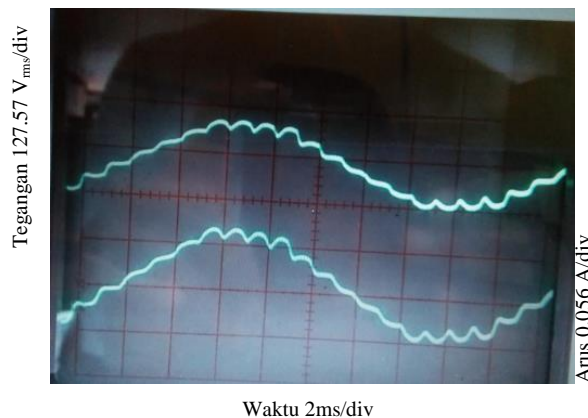
Gambar 4.26 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Digital

Kemudian pada osiloskop digital, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya

harmonisa. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable . Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan beban 0 watt , voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.7 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 218.96 volt.

Sama seperti Osiloskop Analog untuk arus sendiri belum ada nilai yang dihasilkan karena belum adanya beban yang diberikan kepada parallel generator tersebut sehingga mengakibatkan gambar yang muncul hanya berupa garis lurus.

4.5.2 Beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital

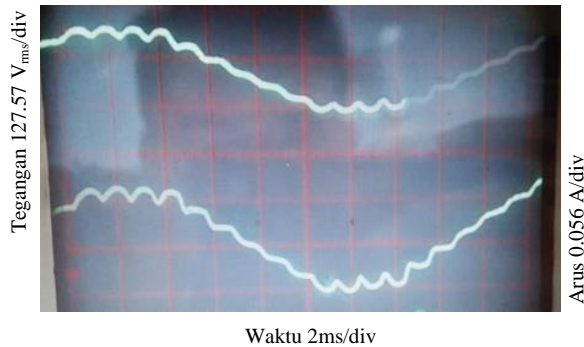


Gambar 4.27 Tegangan dan Arus pada Beban 120 watt Osiloskop Analog

Dari gambar 4.27 osiloskop analog dengan variable beban 120 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.6 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 206.08 volt.

Pada gambar diatas terlihat bahwa arus sudah mulai muncul sehingga saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 2.3 div menghasilkan arus sebesar 0.129 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.



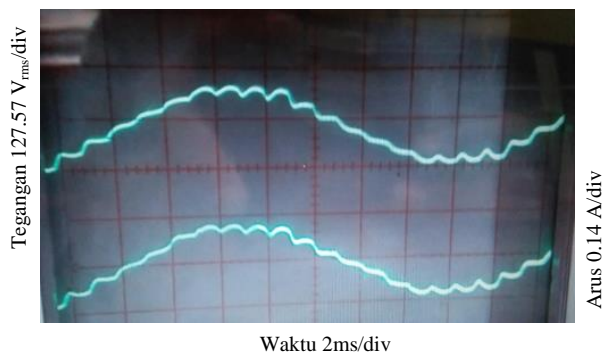
Gambar 4.28 Tegangan dan Arus pada beban 120 watt Osiloskop Digital

Pada gambar 4.28 diketahui bahwa pada beban 120 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.6 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 206.08 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 2.4 div menghasilkan arus sebesar 0.134 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

4.5.3 Beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital

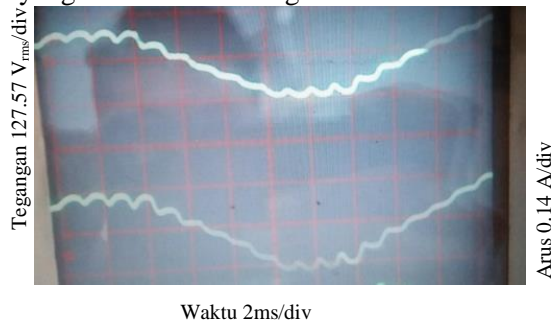


Gambar 4.29 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Analog

Dari gambar osiloskop analog diatas dengan variable beban 240 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan.

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.6 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 206.08 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.5 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.8 div menghasilkan arus sebesar 0.25 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.



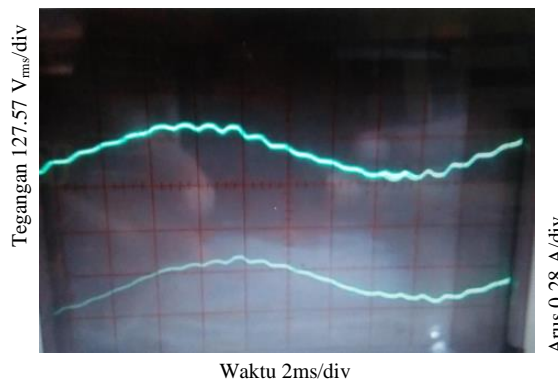
Gambar 4.30 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Digital

Pada osiloskop digital beban 240 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.55 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 199.64 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.5 volt/div menghasilkan arus sebesar 2 div sehingga arus yang didapat sebesar 0.28 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

4.5.4 Beban 348 watt pada Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital

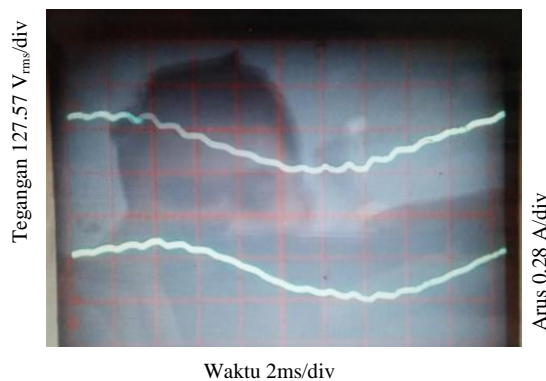


Gambar 4.31 Tegangan dan Arus pada Beban 348 watt Osiloskop Analog

Pada osiloskop analog dengan variable beban 348 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.35 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 173.88 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 1 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.4 div menghasilkan arus sebesar 0.39 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.



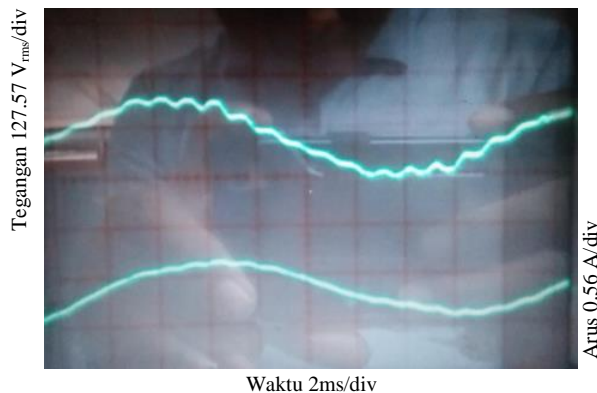
Gambar 4.32 Tegangan dan Arus pada beban 348 watt Osiloskop Digital

Kemudian pada osiloskop digital pada beban 348 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik.

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.4 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 180.32 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 1 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.5 div menghasilkan arus sebesar 0.42 ampere . Pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

4.5.5 Beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital

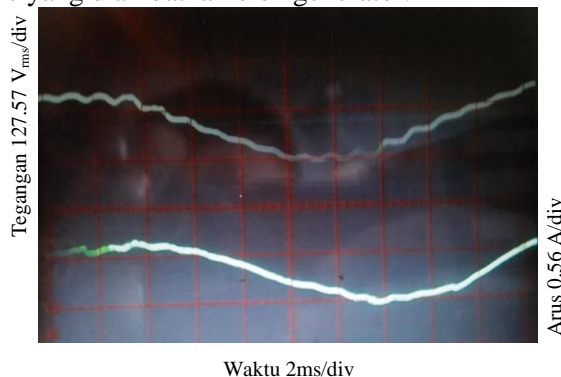


Gambar 4.33 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Analog

Pada osiloskop analog dengan variable beban 456 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.4 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 180.32 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.3 div menghasilkan arus sebesar 0.73 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.



Gambar 4.34 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Digital

Pada gambar osiloskop digital diatas pada beban 456 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik. Setelah dilakukan pengujian kembali yang

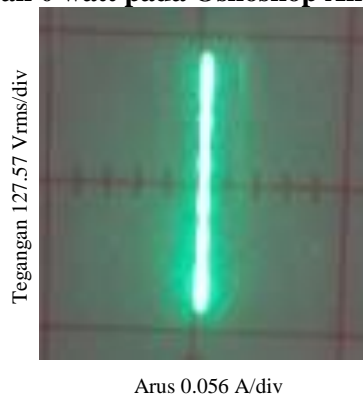
menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 1.2 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 154.56 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.4 div menghasilkan arus sebesar 0.78 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

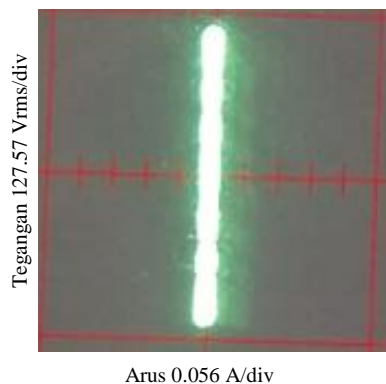
4.6 Grafik Lissajous pada Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa

4.6.1 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



Gambar 4.35 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog

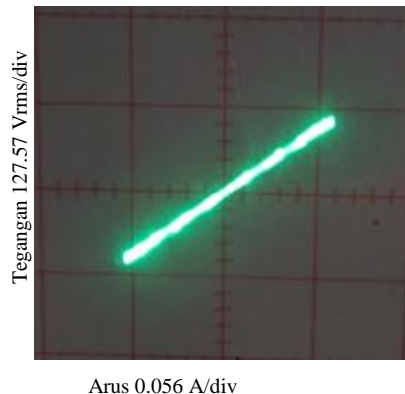
Dari gambar 4.35 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada kondisi beban nol hanya berupa garis lurus vertical . Hal ini terjadi karena pada gambar lissajous dibutuhkan dua sumber masukan. Pada gambar lissajous kali ini hanya mendapat masukan dari tegangan saja yakni pada sumbu vertical karena pada saat kondisi beban nol yang timbul hanyalah tegangan sedangkan untuk arus belum muncul karena belum adanya beban.



Gambar 4.36 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Digital

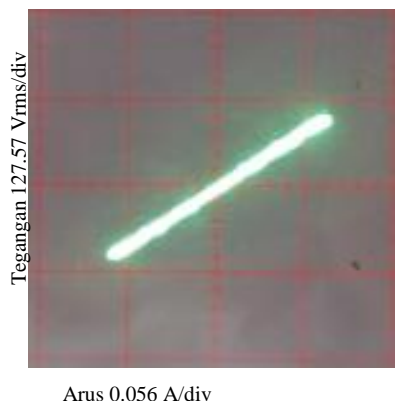
Pada gambar 4.36 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada kondisi beban nol hanya berupa garis lurus vertical yang menunjukkan bahwa nilai tegangan ada di posisi vertikal. Fenomena ini dikarenakan pada inputan untuk memperoleh lissajous dibutuhkan dua sumber masukan. Pada gambar lissajous kali ini hanya mendapat masukan dari tegangan saja karena pada saat kondisi beban nol yang timbul hanyalah tegangan sedangkan untuk arus belum muncul karena belum adanya beban.

4.6.2 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



Gambar 4.37 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog

Dengan melihat gambar 4.37 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 120 watt berbentuk lurus dengan kondisi miring. Hal ini dikarenakan sudah adanya arus yang terbaca saat diberikan beban sebesar 120 watt. Pada teori yang terdapat pada buku instrumentasi dan teknik pengukuran gambar yang dihasilkan sudah sesuai dengan teori yang ada bahwa pada saat gelombang berada pada beda fase 0° gambar yang dihasilkan sedemikian rupa.

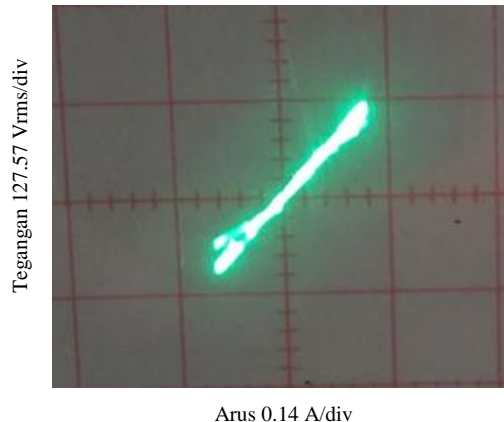


Gambar 4.38 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Digital

Pada gambar 4.38 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada beban 120 watt dihasilkan bentuk lurus dengan posisi miring. Hal ini dikarenakan sudah adanya arus yang terbaca saat diberikan beban sebesar 120 watt. Pada teori yang terdapat pada buku

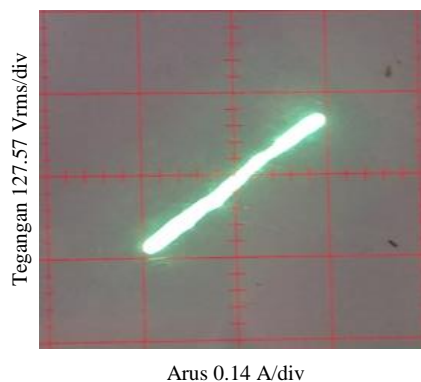
instrumentasi dan teknik pengukuran gambar yang dihasilkan sudah sesuai dengan teori yang ada bahwa pada saat gelombang berada pada beda fase 0^0 gambar yang dihasilkan sedemikian rupa.

4.6.3 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



Gambar 4.39 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog

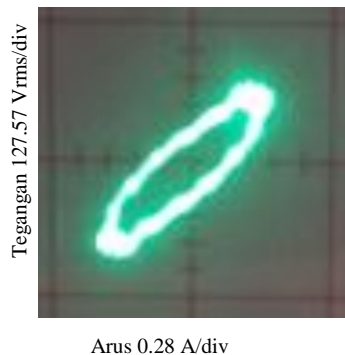
Pada gambar 4.39 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 240 watt menghasilkan bentuk lurus dengan kondisi miring. Hal ini dikarenakan sudah adanya arus yang terbaca saat diberikan beban sebesar 240 watt. Pada teori yang terdapat pada buku instrumentasi dan teknik pengukuran gambar yang dihasilkan sudah sesuai dengan teori yang ada bahwa pada saat gelombang berada pada beda fase 0^0 gambar yang dihasilkan sedemikian rupa.



Gambar 4.40 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Digital

Pada gambar 4.40 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada beban 240 watt menghasilkan bentuk lurus dengan posisi . Hal ini dikarenakan sudah adanya arus yang terbaca saat diberikan beban sebesar 240 watt. Pada teori yang terdapat pada buku instrumentasi dan teknik pengukuran gambar yang dihasilkan sudah sesuai dengan teori yang ada bahwa pada saat gelombang berada pada beda fase 0^0 gambar yang dihasilkan sedemikian rupa.

4.6.4 Lissajous beban 348 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



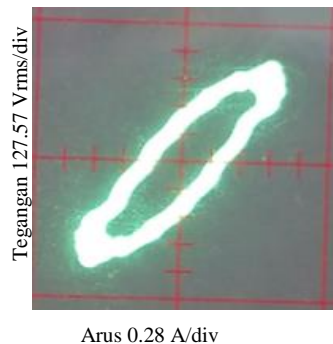
Gambar 4.41 Lissajous beban 348 watt pada Osiloskop Analog

Pada gambar 4.41 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan.

Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y1}{Y2},$$

Setelah dilakukan perhitungan, hasil beda fasa yang diperoleh menghasilkan $\sin \theta$ sebesar 0.43 sehingga beda fasa yang didapatkan sebesar 25.5° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissajous yang dihasilkan mendekati dengan teori yang terdapat pada buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni dengan beda fasa sebesar 30° .



Gambar 4.42 Lissajous beban 348 watt pada Osiloskop Digital

Dari gambar 4.42 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan.

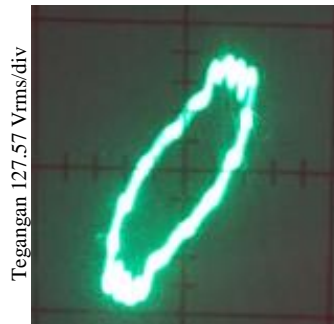
Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y1}{Y2},$$

Pada perhitungan sebelumnya, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.44 sehingga beda fasa yang dihasilkan adalah 26.1° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissjous yang dihasilkan sudah mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni beda fasa yang dihasilkan sebesar 30° .

Dari kedua perhitungan diatas dapat diketahui bahwa Osiloskop Digital lebih mendekati nilai yang terdapat pada teori di buku instrumentasi dan teknik pengukuran.

4.6.5 Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



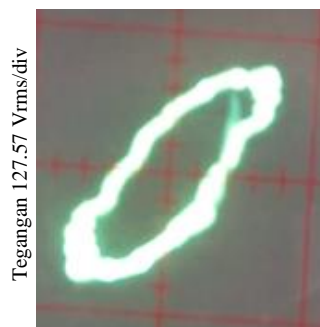
Gambar 4.43 Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog

Pada gambar 4.43 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 456 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan.

Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.61 sehingga meghasilkan beda fasa sebesar 37.6° Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissjous yang dihasilkan sudah mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan.



Gambar 4.44 Lissajous pada beban 456 Osiloskop Digital

Pada gambar 4.44 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan.

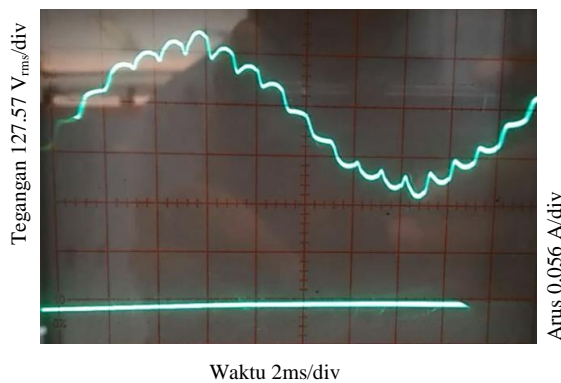
Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2}$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.5 sehingga menghasilkan beda fasa sebesar 30° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissajous yang dihasilkan sama dengan teori yang terdapat pada buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan.

4.7 Grafik Hasil Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Antar Fasa

4.7.1 Beban 0 watt Pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital

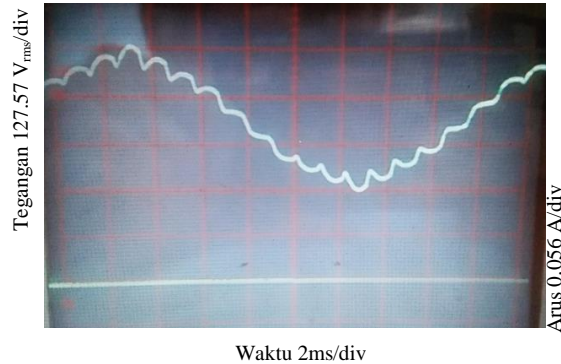


Gambar 4.45 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Analog

Setelah melihat Gambar 4.45 osiloskop analog dengan variable beban 0 watt pada kondisi antar fasa gelombang yang dihasilkan sama dengan pada percobaan tegangan sefasa yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan..

Saat melakukan percobaan osiloskop analog tegangan antar fasa digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 3.4 div sehingga diperoleh oleh tegangan sebesar 437.92 volt.

Pada gambar diatas juga dapat dilihat bahwa arus belum ada nilai yang dihasilkan karena belum adanya beban yang diberikan kepada parallel generator tersebut sehingga nilai arus yang ditampilkan hanya berupa garis lurus.



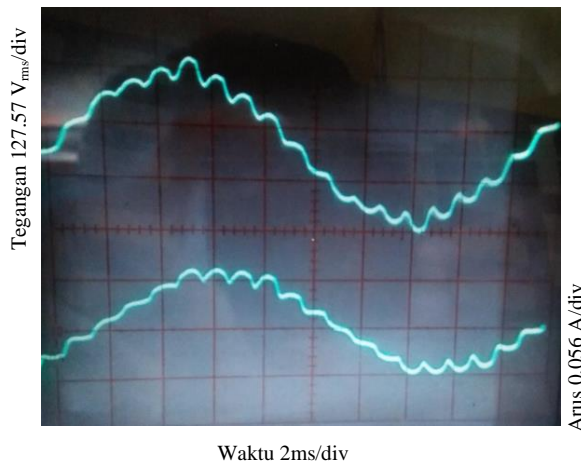
Gambar 4.46 Tegangan pada Beban 0 watt Osiloskop Digital

Selanjutnya pada osiloskop digital, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata diakibatkan adanya harmonic dari kedua generator yang digunakan sebagai percobaan.

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan beban 0 watt , voltage scale sebesar 5 volt/div didapatkan amplitudo tegangan sebesar 3.1 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 399.28 volt.

Sama halnya dengan Osiloskop Analog untuk arus sendiri belum ada nilai yang dihasilkan karena belum adanya beban yang diberikan kepada parallel generator tersebut sehingga mengakibatkan gambar yang muncul hanya berupa garis lurus.

4.7.2 Beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



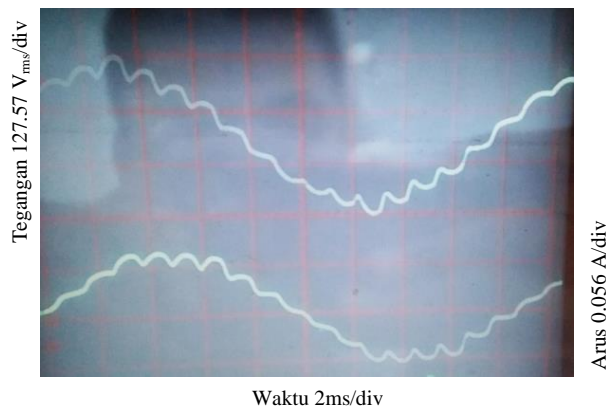
Gambar 4.47 Tegangan dan Arus pada Beban 120 watt Osiloskop Analog

Dengan melihat gambar osiloskop analog diatas dengan variable beban 120 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata

diakibatkan adanya harmonisa yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan.

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 3.2 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 412.16 volt.

Dari gambar diatas terlihat bahwa arus sudah mulai muncul sehingga saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 2.17 div menghasilkan arus sebesar 0.12 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonisa.



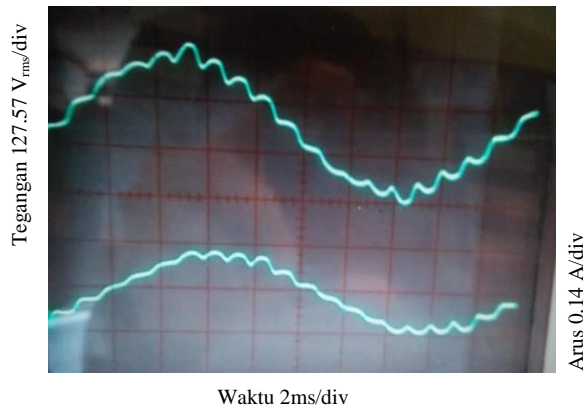
Gambar 4.48 Tegangan dan Arus pada beban 120 watt Osiloskop Digital

Dari gambar osiloskop digital diatas diketahui bahwa pada beban 120 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik.

Pada osiloskop digital variable yang digunakan dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 3 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 386.4 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 2.25 div menghasilkan arus sebesar 0.13 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

4.7.3 Beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital

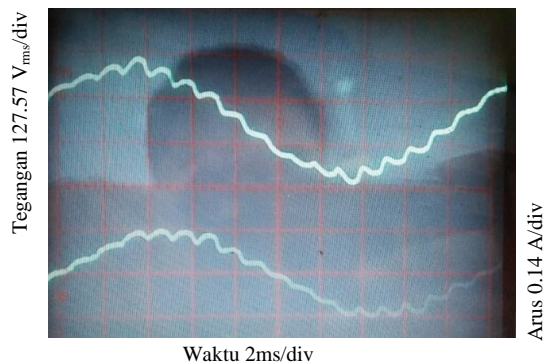


Gambar 4.49 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Analog

Berdasarkan Gambar 4.49 osiloskop analog dengan variable beban 240 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan.

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 3.1 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 399.28 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.5 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.75 div menghasilkan arus sebesar 0.25 ampere ..



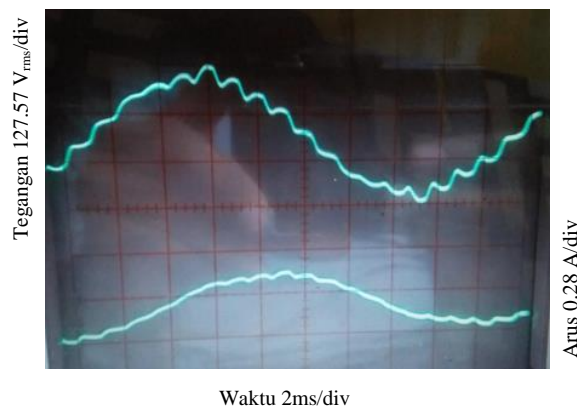
Gambar 4.50 Tegangan dan Arus pada Beban 240 watt Osiloskop Digital

Pada osiloskop digital beban 240 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitud tegangan sebesar 2.9 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 373.52 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 0.5 volt/div dengan amplitud arus sebesar 1.9 div maka menghasilkan arus sebesar 0.27 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

4.7.4 Beban 348 watt pada Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital

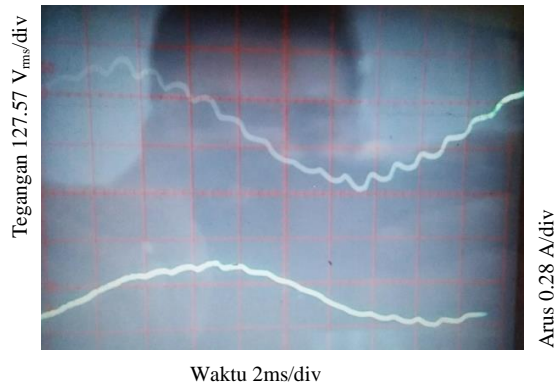


Gambar 4.51 Tegangan dan Arus pada Beban 348 watt Osiloskop Analog

Pada osiloskop analog dengan variable beban 348 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan variable percobaan. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitud tegangan sebesar 3 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 386.4 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 1 volt/div dengan amplitud arus sebesar 1.5 div menghasilkan arus sebesar 0.42 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.



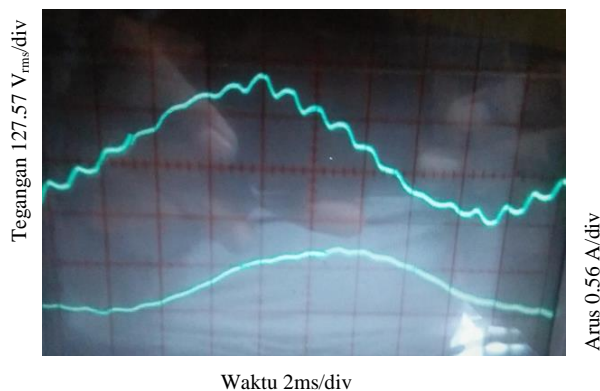
Gambar 4.52 Tegangan dan Arus pada beban 348 watt Osiloskop Digital

Kemudian pada osiloskop digital pada beban 348 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik.

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 2.8 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 360.64 volt..

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 1 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.45 div menghasilkan arus sebesar 0.41 ampere . Pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

4.7.5 Beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



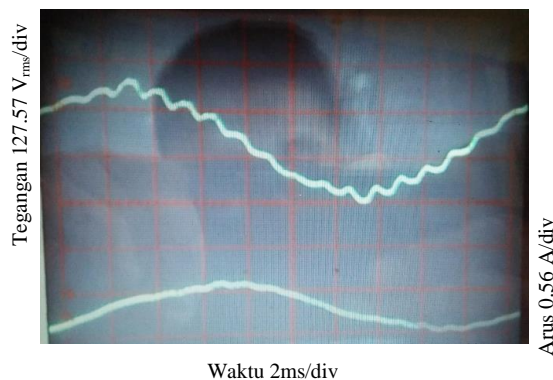
Gambar 4.53 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Analog

Dari Gambar 4.53 dengan variable beban 456 watt gelombang yang dihasilkan sama dengan sebelumnya yakni berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik yang terjadi yang bersumber dari parallel generator yang dijadikan

variable percobaan. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Pada saat melakukan percobaan pada osiloskop analog digunakan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 2.8 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 360.64 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.35 div menghasilkan arus sebesar 0.76 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.



Gambar 4.54 Tegangan dan Arus pada Beban 456 watt Osiloskop Digital

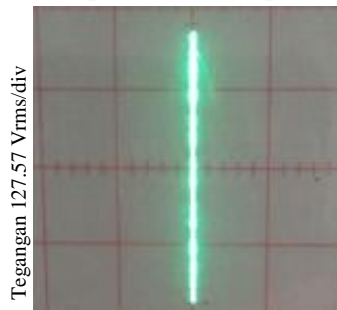
Pada gambar osiloskop digital diatas pada beban 456 watt, gelombang yang dihasilkan sama dengan osiloskop analog dimana berbentuk sinusoidal dengan bentuk yang tidak rata seperti yang ditampilkan pada layar diatas. Bentuk yang tidak rata seperti diatas diakibatkan adanya harmonik. Setelah dilakukan pengujian kembali yang menyebabkan adanya harmonisa ini adalah dari kedua generator AC yang dijadikan variable .

Variabel yang digunakan pada osiloskop digital dibuat sama dengan variable yang ada pada osiloskop analog dengan voltage scale sebesar 5 volt/div dengan sweeptime sebesar 2 ms didapatkan amplitude tegangan sebesar 2.7 div dan diperoleh oleh tegangan sebesar 347.76 volt.

Pada saat mengukur arus dengan variable voltage scale sebesar 2 volt/div dengan amplitude arus sebesar 1.25 div menghasilkan arus sebesar 0.7 ampere . Dan pada pengukuran arus juga terjadi bentuk yang tidak rata pada gelombang yang dihasilkan juga mengalami harmonic yang diakibatkan oleh generator.

4.8 Grafik Lissajous pada Pengujian Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital pada Tegangan Sefasa

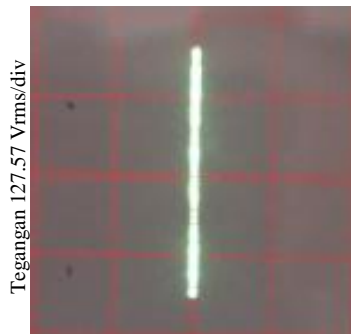
4.8.1 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



Arus 0.056 A/div

Gambar 4.55 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Analog

Pada gambar 4.55 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada kondisi beban nol hanya berupa garis lurus vertical . Hal ini dikarenakan bahwa pada gambar lissajous dibutuhkan dua sumber masukan. Pada gambar lissajous kali ini hanya mendapat masukan dari tegangan saja yakni pada sumbu vertical karena pada saat kondisi beban nol yang timbul hanyalah tegangan sedangkan untuk arus belum muncul karena belum adanya beban.

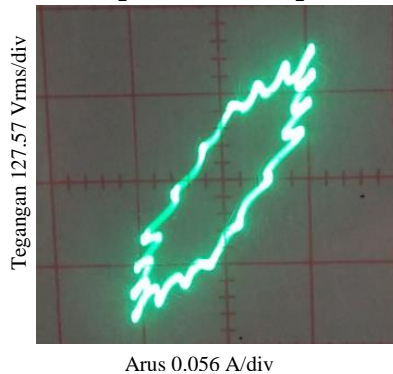


Arus 0.056 A/div

Gambar 4.56 Lissajous beban 0 watt pada Osiloskop Digital

Pada gambar 4.56 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada kondisi beban nol hanya berupa garis lurus vertical yag menunjukkan bahwa nilai tegangan ada di posisi vertikal . Hal ini dikarenakan bahwa pada gambar lissajous dibutuhkan dua sumber masukan. Pada gambar lissjous kali ini hanya mendapat masukan dari tegangan saja karena pada saat kondisi beban nol yang timbul hanyalah tegangan sedangkan untuk arus belum muncul karena belum adanya beban.

4.8.2 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



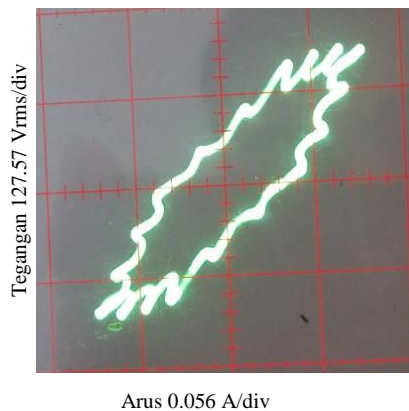
Gambar 4.57 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Analog

Dari gambar 4.57 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan.

Setelah mengetahui gambar lissajous selanjutnya kita menghitung beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2}$$

Setelah dilakukan perhitungan, hasil beda fase yang diperoleh menghasilkan $\sin \theta$ sebesar 0.312 sehingga beda fase yang didapatkan sebesar 18.7° . Setelah memperoleh beda fase seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissajous yang dihasilkan mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni dengan beda fase sebesar 30°



Gambar 4.58 Lissajous beban 120 watt pada Osiloskop Digital

Dari gambar 4.58 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan.

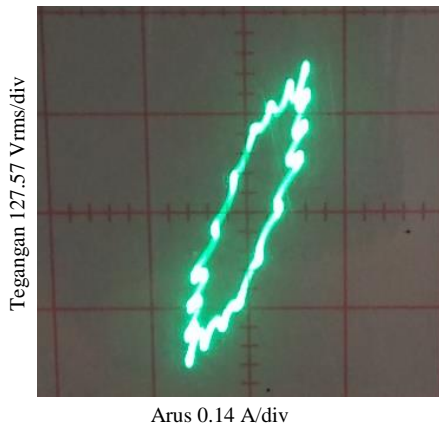
Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

Pada perhitungan sebelumnya, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.33 sehingga beda fasa yang dihasilkan adalah 19.3° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissajous yang dihasilkan sudah mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni beda fasa yang dihasilkan sebesar 30° .

Dari kedua perhitungan diatas dapat diketahui bahwa Osiloskop Digital lebih mendekati nilai yang terdapat pada teori di buku instrumentasi dan teknik pengukuran.

4.8.3 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



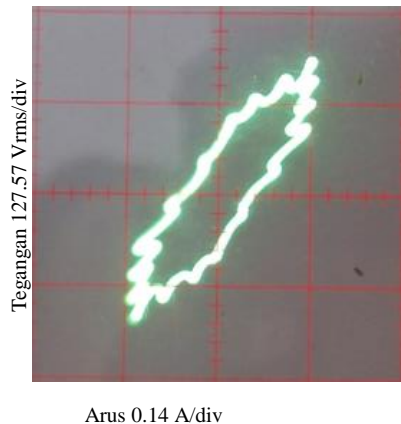
Gambar 4.59 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Analog

Pada gambar 4.59 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan.

Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

Setelah dilakukan perhitungan, hasil beda fasa yang diperoleh menghasilkan $\sin \theta$ sebesar 0.375 sehingga beda fasa yang didapatkan sebesar 22.3° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissajous yang dihasilkan mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni dengan beda fasa sebesar 30° .



Gambar 4.60 Lissajous beban 240 watt pada Osiloskop Digital

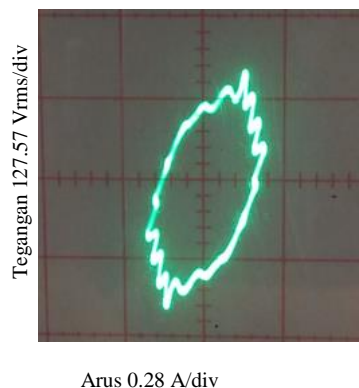
Dari gambar 4.60 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan. Agar dapat menghitung lissajous maka digunakanlah rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2}$$

Pada perhitungan sebelumnya, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.4 sehingga beda fasa yang dihasilkan adalah 23.6° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissajous yang dihasilkan sudah mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni beda fasa yang dihasilkan sebesar 30° .

Dari kedua perhitungan diatas dapat diketahui bahwa Osiloskop Digital lebih mendekati nilai yang terdapat pada teori di buku instrumentasi dan teknik pengukuran

4.8.4 Lissajous beban 348 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



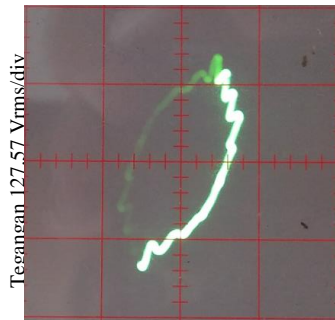
Gambar 4.61 Lissajous beban 348 pada Osiloskop Analog

Pada gambar 4.61 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal

ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan. Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

Setelah dilakukan perhitungan, hasil beda fasa yang diperoleh menghasilkan $\sin \theta$ sebesar 0.67 sehingga beda fasa yang didapatkan sebesar 42.1° Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissajous yang dihasilkan mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni dengan beda fasa sebesar 30°



Gambar 4.62 Lissajous beban 348 pada Osiloskop Digital

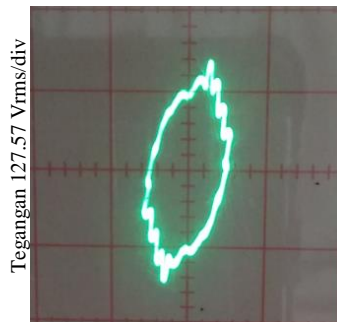
Dari gambar 4.62 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop digital pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan. Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

Pada perhitungan sebelumnya, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.64 sehingga beda fasa yang dihasilkan adalah 39.8° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissjous yang dihasilkan sudah mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan yakni beda fasa yang dihasilkan sebesar 30° .

Dari kedua perhitungan diatas dapat diketahui bahwa Osiloskop Digital lebih mendekati nilai yang terdapat pada teori di buku instrumentasi dan teknik pengukuran.

4.8.5 Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital

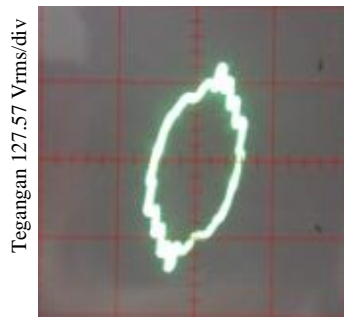


Gambar 4.63 Lissajous beban 456 watt pada Osiloskop Analog

Pada gambar 4.63 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 456 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan. Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.77 sehingga meghasilkan beda fasa sebesar 50.4° Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissjous yang dihasilkan sudah mendekati dengan teori yang terdapat padaa buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan.



Gambar 4.64 Lissajous pada beban 456 Osiloskop Digital

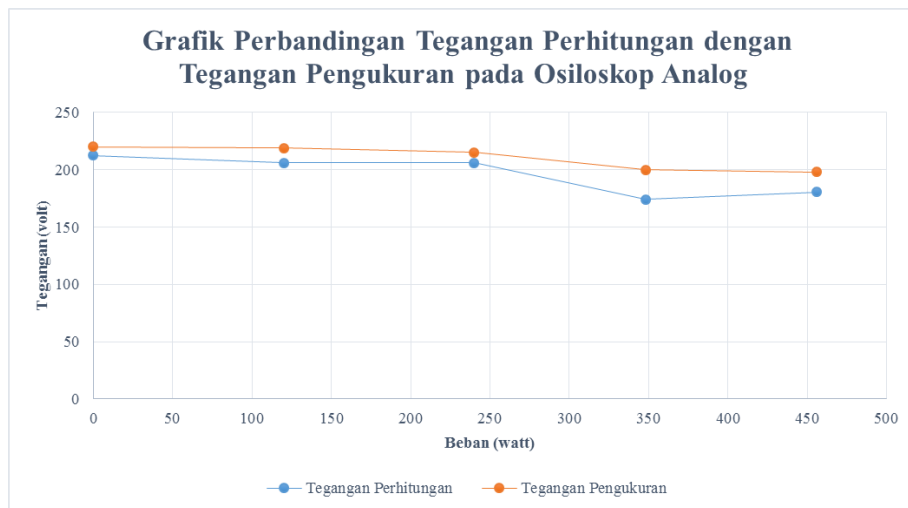
Pada gambar 4.64 lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog pada beban 348 watt bentuk yang dihasilkan menyerupai oval dengan bentuk yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan adanya harmonisa yang dihasilkan pada saat melakukan percobaan. Beda fase yang dihasilkan oleh lissajous diatas dapat dihitung dengan menggunakan rumus

$$\sin \theta = \frac{Y_1}{Y_2},$$

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan $\sin \theta$ sebesar 0.69 sehingga menghasilkan beda fasa sebesar 43.6° . Setelah memperoleh beda fasa seperti perhitungan maka dapat dipastikan bahwa gambar lissjous yang dihasilkan mendekati dengan teori yang terdapat pada buku instrumentasi dan teknik pengukuran yang dijadikan sebagai acuan.

4.9 Perbandingan Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital Pada Kondisi Tegangan Sefasa

4.9.1 Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog



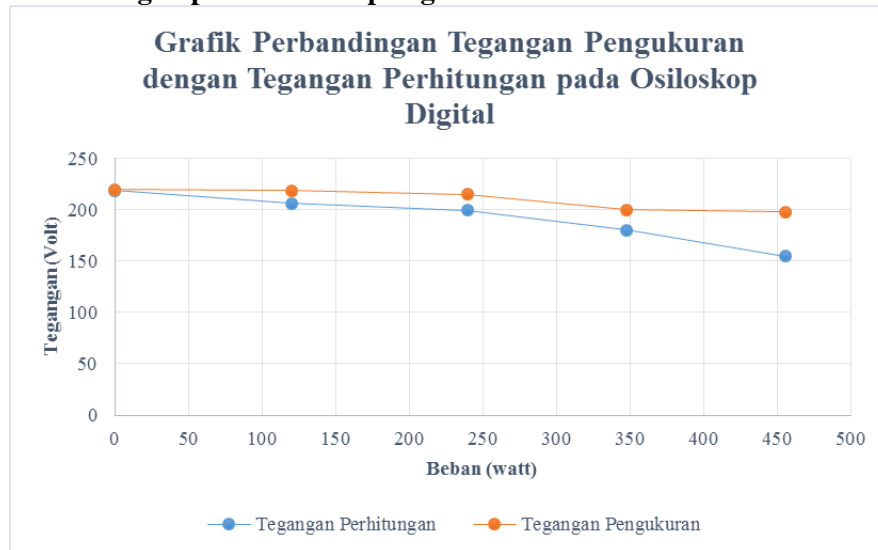
Grafik 4.1 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog

Grafik 4.1 menunjukkan perbandingan hasil dari pengukuran manual yang menggunakan voltmeter dengan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan osiloskop analog. Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa pada saat pengukuran menggunakan voltmeter, tegangan yang dihasilkan oleh generator semakin lama semakin menurun.

Sementara itu, pada Osiloskop Analog tegangan yang diukur juga mengalami penurunan pada saat bertambahnya beban lampu yang digunakan. Hal ini dapat diketahui dengan melihat grafik bahwa pada saat beban 0 watt tegangan yang dihasilkan oleh tegangan pengukuran sebesar 220 V sementara tegangan yang dihasilkan oleh Osiloskop Analog sebesar 212.52 V. Kemudian pada saat beban 120 watt tegangan yang dihasilkan oleh pengukuran manual didapatkan hasil sebesar 219 V sementara Osiloskop Analog menghasilkan tegangan 206.08 V. Lalu pada beban 240 watt tegangan yang dihasilkan pada pengukuran manual sebesar 215 V sementara untuk Osiloskop Analog menghasilkan tegangan sebesar 206.08 V. Pada beban 348 watt dihasilkan tegangan sebesar 200 V pada saat pengukuran sedangkan untuk Osiloskop Analog dihasilkan tegangan sebesar 173.88 V. Dan yang terakhir pada saat beban mencapai 456 watt hasil

yang ditunjukkan oleh pengukuran manual menghasilkan nilai tegangan 198 V sedangkan untuk Osiloskop Analog menghasilkan nilai tegangan 180.32 V

4.9.2 Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital

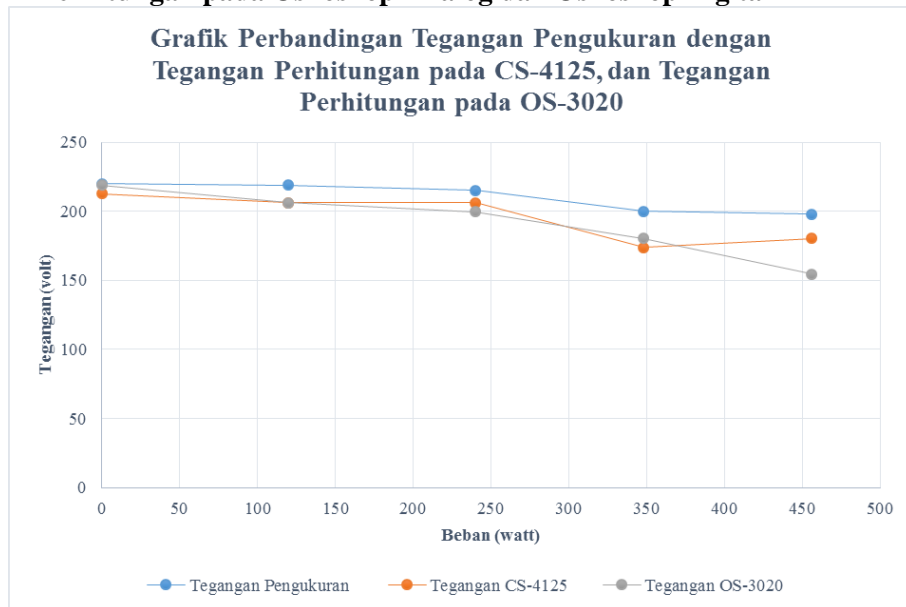


Grafik 4.2 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital

Pada grafik 4.2 dua garis yang menunjukkan posisi menurun merupakan grafik perbandingan antara tegangan pengukuran manual dengan tegangan yang diukur menggunakan osiloskop digital. Hal ini dikarenakan bahwa pada saat generator diberi beban yang kian bertambah maka tegangan yang dihasilkan akan semakin menurun.

Dalam grafik diatas dapat terlihat bahwa pada saat beban 0 tegangan yang dihasilkan saat pengukuran manual mencapai 220 V sedangkan untuk pengukuran menggunakan Osiloskop Digital tegangan yang dihasilkan adalah 218.96 V. Pada saat beban 120 watt pada hasil pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 219 V sementara dengan menggunakan osiloskop digital tegangan yang dihasilkan adalah 206.08 V. Berlanjut ke beban 240 watt pada pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 215 V sedangkan pada pengukuran menggunakan Osiloskop Digital menghasilkan tegangan sebesar 199.64 V. Lalu pada beban 348 watt dapat diketahui bahwa pada hasil pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 200 V akan tetapi pada pengukuran menggunakan Osiloskop Digital dihasilkan tegangan sebesar 180.32 V. Lalu yang terakhir pada beban 456 watt dengan menggunakan pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 198 V sedangkan pada Osiloskop Digital dihasilkan tegangan sebesar 154.56 V.

4.9.3 Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



Grafik 4.3 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran

Dari grafik 4.3 dapat dilihat bahwa pada saat tegangan diukur menggunakan pengukuran manual, Osiloskop Analog maupun Osiloskop Digital nilai yang dihasilkan ketiganya menunjukkan penurunan tegangan seiring dengan bertambahnya beban. Dengan mengamati grafik diatas maka dapat dilihat bahwa pengukuran menggunakan Osiloskop Digital menunjukkan hasil yang mendekati dengan nilai yang dihasilkan oleh pengukuran manual.

Pada pengukuran manual saat beban 0 watt dihasilkan nilai sebesar 220 V dan untuk Osiloskop Digital menghasilkan nilai 218.96 V sedangkan untuk Osiloskop Analog menghasilkan tegangan sebesar 212.52 V. Kemudian pada saat beban dinaikkan menjadi 120 watt dimana pengukuran manual menghasilkan nilai tegangan 219 V. Sementara itu, Osiloskop Digital menghasilkan tegangan sebesar 206.08 V sedangkan untuk Osiloskop Analog menghasilkan tegangan sebesar 206.08 V. Berlanjut ke beban 240 watt pada pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 215 V dan pada Osiloskop Digital dihasilkan nilai tegangan sebesar 199.64 V sementara itu untuk Osiloskop Analog dihasilkan nilai tegangan 206.08 V. Lalu pada saat beban diubah menjadi 348 watt maka pada pengukuran manual dihasilkan nilai tegangan sebesar 200 V sedangkan untuk Osiloskop Digital dihasilkan nilai tegangan sebesar 180.32 V. Sementara itu Osiloskop Analog menghasilkan nilai tegangan sebesar 173.88 V. Pada akhirnya beban dinaikkan lagi sampai 456 watt dan pada pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 198 V sementara untuk Osiloskop Digital menghasilkan tegangan sebesar 154.56 V dan Osiloskop Analog juga menunjukkan nilai yang sama dengan Osiloskop Digital yakni menghasilkan tegangan sebesar 180.32 V.

4.9.4 Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Analog

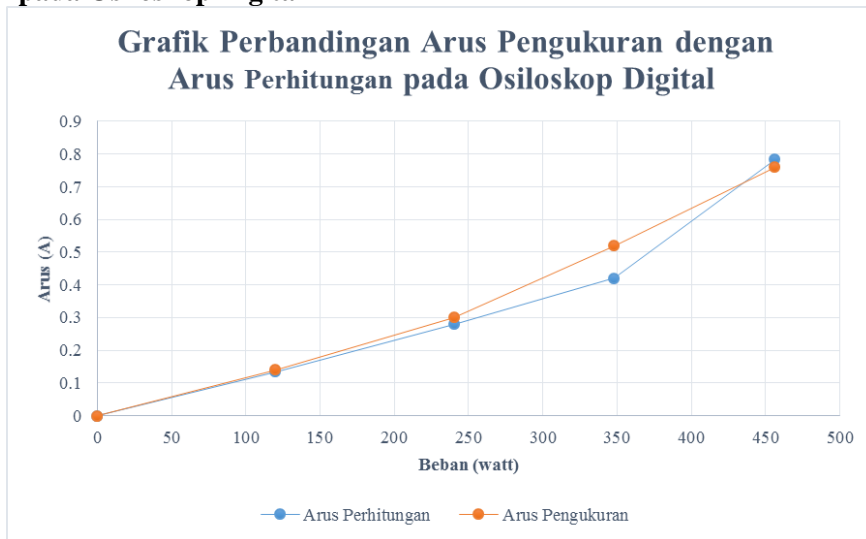


Grafik 4. 4 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dengan Data Pengukuran

Melalui grafik 4.4 maka kita dapat menganalisa perbandingan antara arus yang didapatkan pada saat pengukuran secara manual dengan pengukuran yang menggunakan Osiloskop Analog. Pada grafik diatas baik pada saat pengukuran menggunakan amperemeter dengan menggunakan osiloskop analog terlihat bahwa keduanya menunjukkan bahwa arus akan bertambah seiring dengan bertambahnya beban yang diberikan kepada parallel generator.

Pada pengukuran manual didapatkan arus sebesar 0 ampere pada saat beban 0 watt dan pada osiloskop analog juga menunjukkan hasil yang sama dengan yakni arus 0 ampere pada beban 0 watt. Tetapi pada saat beban mulai diberikan sebesar 120 watt maka mulai ada arus yang terukur pada tang meter yakni sebesar 0.14 ampere sedangkan pada osiloskop analog tercatat arus sebesar 0.122 ampere. Kemudian saat beban dinaikkan lagi menjadi 240 watt maka tang meter menunjukkan arus sebesar 0.3 watt dan osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.245 ampere. Pada beban 348 watt amperemeter menunjukkan arus sebesar 0.52 ampere sedangkan osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.42 ampere. Kemudian setelah itu beban ditambah lagi menjadi 456 watt sehingga tang meter menunjukkan nilai 0.76 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.756 ampere. Dari data diatas dapat diketahui pula bahwa apabila beban dinaikkan maka arus yang dihasilkan akan semakin naik pula.

4.9.5 Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Digital



Grafik 4.5 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran

Setelah dibuat grafik 4.5 maka dapat dianalisa perbandingan arus yang dihasilkan antara menggunakan pengukuran manual yakni menggunakan tang meter dengan menggunakan osiloskop digital. Pada grafik 4.4 dapat dilihat bahwa apabila beban bertambah besar maka arus yang dihasilkan akan bertambah besar pula sama halnya dengan pengukuran menggunakan osiloskop analog.

Pertama kali mengukur yaitu menggunakan beban 0 watt sehingga tang meter dan osiloskop digital belum menemukan adanya arus karena arus akan terjadi apabila beban sudah diberikan. Dalam hal ini kedua alat ukur tersebut sama menunjukkan arus sebesar 0 ampere. Barulah pada saat beban diberikan sebesar 120 watt, tang meter mencatat arus sebesar 0.14 ampere sedangkan osiloskop digital mencatat arus sebesar 0.126 ampere. Setelah itu beban ditambah menjadi 240 watt dan kemudian pada tang meter tercatat arus sebesar 0.3 ampere sedangkan pada osiloskop digital tercatat arus sebesar 0.266 ampere. Lalu pada beban 348 watt didapatkan arus sebesar 0.52 ampere pada tangmeter sedangkan pada osiloskop digital tercatat arus sebesar 0.41 ampere. Setelah itu ditambahkan beban lagi sampai 456 ampere dan tercatat arus pada tang meter sebesar 0.76 ampere dan pada osiloskop digital sebesar 0.7 ampere. Dari hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa semakin tinggi beban maka arus yang dihasilkan akan semakin naik.

4.9.6 Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



Grafik 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran

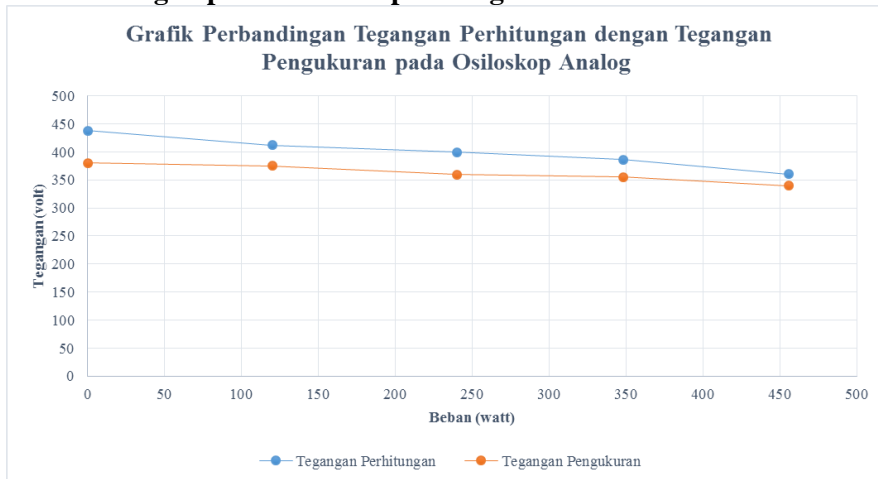
Pada grafik 4.6 dibuat untuk membandingkan hasil antara pengukuran menggunakan tangmeter, osiloskop analog dan osiloskop digital. Pada grafik 4.6 menunjukkan baik pengukuran menggunakan tang meter, osiloskop analog, osiloskop digital sama-sama menunjukkan bahwa semakin besar bebannya maka arus juga semakin besar pula.

Pada beban 0 watt dapat dilihat bahwa pada saat pengukuran menggunakan tang meter maupun osiloskop analog dan osiloskop digital sama-sama menunjukkan arus sebesar 0 ampere. Seperti yang kita ketahui bahwa arus hanya akan terjadi apabila sudah adanya beban. Pada saat diberi beban sebesar 120 watt tang meter menunjukkan angka 0.14 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.126 ampere dan osiloskop digital menunjukkan arus sebesar 0.126. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa osiloskop digital lebih mendekati hasil dari pengukuran menggunakan tang meter. Lalu beban ditambah lagi menjadi 240 watt sehingga arus yang terukur pada tang meter menunjukkan angka 0.3 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menunjukkan angka 0.25 ampere dan osiloskop digital menunjukkan angka 0.27 ampere. Sama seperti beban 120 watt, pada beban 240 watt osiloskop digital lebih mendekati hasil pengukuran menggunakan tang meter. Berlanjut ke beban 348 watt dalam hal ini dapat diketahui nilai yang dihasilkan oleh tang meter sebesar 0.52 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menghasilkan arus sebesar 0.42 ampere dan osiloskop digital menunjukkan nilai 0.41 ampere. Dan yang terakhir pada beban 456 watt dapat diketahui bahwa tang meter menghasilkan angka 0.76 ampere sedangkan untuk osiloskop analog sebesar 0.76 ampere dan osiloskop digital menunjukkan angka 0.7 watt.

Dari sini dapat diketahui bahwa pengukuran dengan menggunakan osiloskop digital memberikan hasil yang mendekati dengan pengukuran menggunakan tang meter.

4.10. Perbandingan Osiloskop Analog dengan Osiloskop Digital Pada Kondisi Tegangan Antar Fasa

4.10.1. Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog

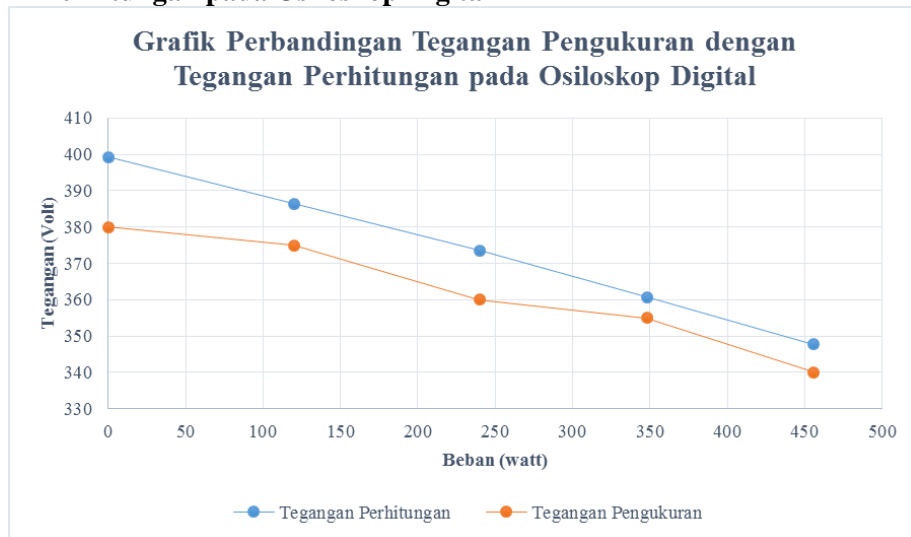


Grafik 4.7 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog

Grafik 4.7 menunjukkan perbandingan hasil dari pengukuran manual yang menggunakan voltmeter dengan pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan osiloskop analog. Pada grafik diatas dapat diketahui bahwa pada saat pengukuran menggunakan voltmeter, tegangan yang dihasilkan oleh generator semakin lama semakin menurun.

Sementara itu, pada Osiloskop Analog tegangan yang diukur juga mengalami penurunan pada saat bertambahnya beban lampu yang digunakan . Hal ini dapat diketahui dengan melihat grafik bahwa pada saat beban 0 watt tegangan yang dihasilkan oleh tegangan pengukuran sebesar 380 V sementara tegangan yang dihasilkan oleh Osiloskop Analog sebesar 437.92 V. Kemudian pada saat beban 120 watt tegangan yang dihasilkan oleh pengukuran manual didapatkan hasil sebesar 375 V sementara Osiloskop Analog menghasilkan tegangan sebesar 412.16 V. Lalu pada beban 240 watt tegangan yang dihasilkan pada pengukuran manual sebesar 360 V sementara untuk Osiloskop Analog menghasilkan tegangan sebesar 399.28 V. Pada beban 348 watt dihasilkan tegangan sebesar 355 V pada saat pengukuran sedangkan untuk Osiloskop Analog dihasilkan tegangan sebesar 386.4 V. Dan yang terakhir pada saat beban mencapai 456 watt hasil yang ditunjukkan oleh pengukuran manual menghasilkan nilai tegangan 340 V sedangkan untuk Osiloskop Analog menghasilkan nilai tegangan 360.64 V

4.10.2. Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital

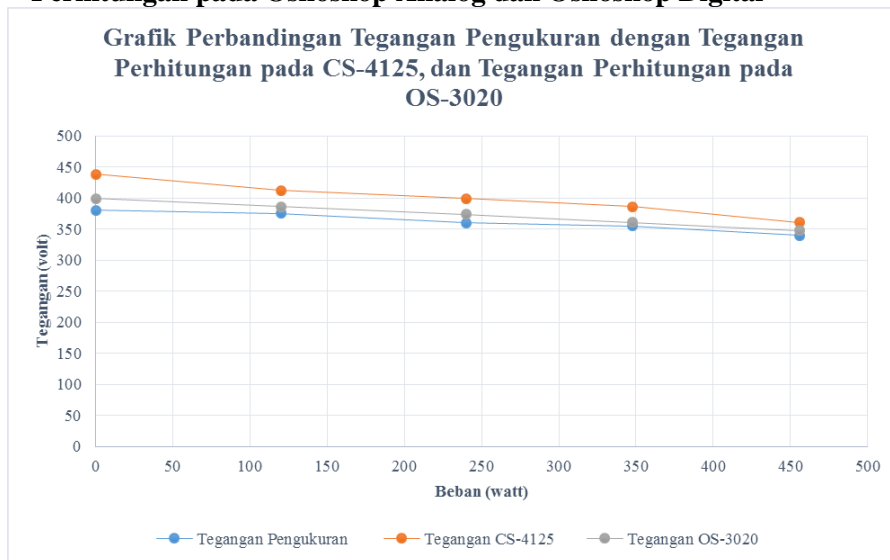


Grafik 4.8 Grafik Perbandingan antara Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Digital

Pada grafik 4.8 dua garis yang menunjukkan posisi menurun merupakan grafik perbandingan antara tegangan pengukuran manual dengan tegangan yang diukur menggunakan osiloskop digital. Hal ini dikarenakan bahwa pada saat generator diberi beban yang kian bertambah maka tegangan yang dihasilkan akan semakin menurun.

Dalam grafik diatas dapat terlihat bahwa pada saat beban 0 tegangan yang dihasilkan saat pengukuran manual mencapai 380 V sedangkan untuk pengukuran menggunakan Osiloskop Digital tegangan yang dihasilkan adalah 399.28 V. Pada saat beban 120 watt pada hasil pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 375 V sedangkan pada osiloskop digital menghasilkan tegangan sebesar 386.4 V. Berlanjut ke beban 240 watt pada pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 360 V sedangkan pada pengukuran menggunakan Osiloskop Digital menghasilkan tegangan sebesar 373.52 V. Lalu pada beban 348 watt dapat diketahui bahwa pada hasil pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 355 V akan tetapi pada pengukuran menggunakan Osiloskop Digital dihasilkan tegangan sebesar 360.64 V. Lalu yang terakhir pada beban 456 watt dengan menggunakan pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 340 V sedangkan pada Osiloskop Digital dihasilkan tegangan sebesar 347.76 V.

4.10.3. Grafik Hasil Perbandingan Tegangan Pengukuran dengan Tegangan Perhitungan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital



Grafik 4.9 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran

Dari grafik 4.9 dapat dilihat bahwa pada saat tegangan diukur menggunakan pengukuran manual, Osiloskop Analog maupun Osiloskop Digital nilai yang dihasilkan ketiganya menunjukkan penurunan tegangan seiring dengan bertambahnya beban. Dengan mengamati grafik diatas maka dapat dilihat bahwa pengukuran menggunakan Osiloskop Digital menunjukkan hasil yang mendekati dengan nilai yang dihasilkan oleh pengukuran manual.

Pada pengukuran manual saat beban 0 watt dihasilkan nilai sebesar 380 V dan untuk Osiloskop Digital menghasilkan nilai 399.28 V sedangkan untuk Osiloskop Analog menghasilkan tegangan sebesar 437.92 V. Kemudian pada saat beban dinaikkan menjadi 120 watt dimana pengukuran manual menghasilkan nilai tegangan 375 V. Sementara itu, Osiloskop Digital menghasilkan tegangan sebesar 386.4 V sedangkan untuk Osiloskop Analog menghasilkan tegangan sebesar 412.16 V. Berlanjut ke beban 240 watt pada pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 360 V dan pada Osiloskop Digital dihasilkan nilai tegangan sebesar 373.52 V sementara itu untuk Osiloskop Analog dihasilkan nilai tegangan 399.28 V. Lalu pada saat beban diubah menjadi 348 watt maka pada pengukuran manual dihasilkan nilai tegangan sebesar 355 V sedangkan untuk Osiloskop Digital dihasilkan nilai tegangan sebesar 360.64 V. Sementara itu Osiloskop Analog menghasilkan nilai tegangan sebesar 386.4 V. Pada akhirnya beban dinaikkan lagi sampai 456 watt dan pada pengukuran manual dihasilkan tegangan sebesar 340 V sementara untuk Osiloskop Digital menghasilkan tegangan sebesar 347.76 V dan Osiloskop Analog juga menunjukkan nilai tegangan sebesar 360.64 V.

4.10.4. Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Analog



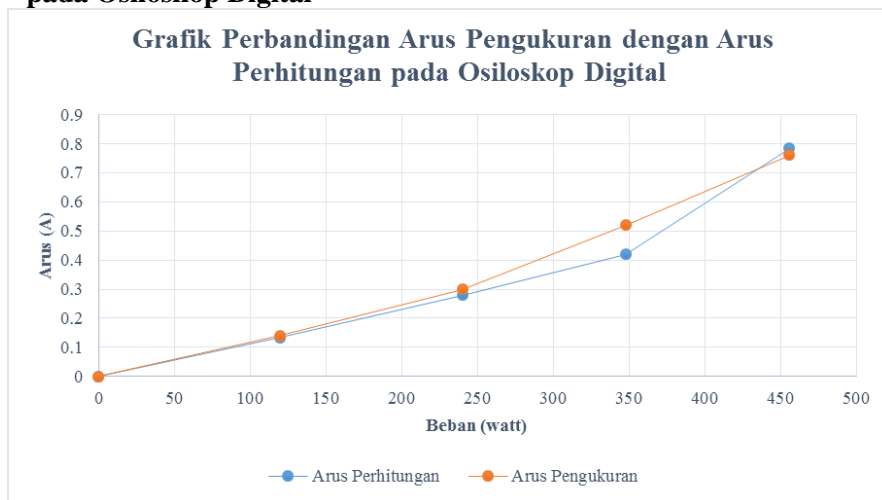
Grafik 4.10 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dengan Data Pengukuran

Melalui grafik 4.10 maka kita dapat menganalisa perbandingan antara arus yang didapatkan pada saat pengukuran secara manual dengan pengukuran yang menggunakan Osiloskop Analog. Pada grafik diatas baik pada saat pengukuran menggunakan tang meter dengan menggunakan osiloskop analog terlihat bahwa keduanya menunjukkan bahwa arus akan bertambah seiring dengan bertambahnya beban yang diberikan kepada paralel generator.

Pada pengukuran manual didapatkan arus sebesar 0 ampere pada saat beban 0 watt dan pada osiloskop analog juga menunjukkan hasil yang sama yakni arus 0 ampere pada beban 0 watt. Tetapi pada saat beban mulai diberikan sebesar 120 watt maka mulai ada arus yang terukur pada tang meter yakni sebesar 0.14 ampere sedangkan pada osiloskop analog tercatat arus sebesar 0.1215 ampere.

Kemudian saat beban dinaikkan lagi menjadi 240 watt maka tang meter menunjukkan arus sebesar 0.3 ampere dan osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.25 ampere. Pada beban 348 watt amperemeter menunjukkan arus sebesar 0.52 ampere sedangkan osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.42 ampere. Kemudian setelah itu beban ditambah lagi menjadi 456 watt sehingga ampere meter menunjukkan nilai 0.76 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.756 ampere. Dari data diatas dapat diketahui pula bahwa apabila beban dinaikkan maka arus yang dihasilkan akan semakin naik pula.

4.10.5. Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Digital



Grafik 4.11 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran

Setelah dibuat grafik 4.11 maka kita dapat menganalisa perbandingan arus yang dihasilkan antara menggunakan pengukuran manual yakni menggunakan tang meter dengan menggunakan osiloskop digital. Pada grafik 4.10 dapat dilihat bahwa apabila beban bertambah besar maka arus yang dihasilkan akan bertambah besar pula sama halnya dengan pengukuran menggunakan osiloskop analog.

Pertama kali mengukur yaitu menggunakan beban 0 watt sehingga tang meter dan osiloskop digital belum menemukan adanya arus karena arus akan terjadi apabila beban sudah diberikan. Dalam hal ini kedua alat ukur tersebut sama menunjukkan arus sebesar 0 ampere. Barulah pada saat beban diberikan sebesar 120 watt, tang meter mencatat arus sebesar 0.14 ampere sedangkan osiloskop digital mencatat arus sebesar 0.126 ampere. Setelah itu beban ditambah menjadi 240 watt dan kemudian kita melihat di tang meter dan disana tercatat arus sebesar 0.3 ampere sedangkan pada osiloskop digital tercatat arus sebesar 0.27 ampere. Lalu pada beban 348 watt didapatkan arus sebesar 0.52 ampere pada tangmeter sedangkan pada osiloskop digital tercatat arus sebesar 0.406 ampere. Setelah itu ditambahkan beban lagi sampai 456 ampere dan tercatat arus pada tang meter sebesar 0.76 ampere dan pada osiloskop digital sebesar 0.7 ampere..

4.10.6. Grafik Hasil Perbandingan Arus Pengukuran dengan Arus Perhitungan pada Osiloskop Digital dan Osiloskop Analog



Grafik 4.12 Grafik Hasil Pengukuran Arus pada Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital dengan Data Pengukuran

Pada grafik 4.12 dibuat untuk membandingkan hasil antara pengukuran menggunakan tangmeter, osiloskop analog dan osiloskop digital. Pada grafik 4.12 menunjukkan baik pengukuran menggunakan tang meter, osiloskop analog, osiloskop digital sama-sama menunjukkan bahwa semakin besar bebannya maka arus juga semakin besar pula.

Pada beban 0 watt dapat dilihat bahwa pada saat pengukuran menggunakan tang meter maupun osiloskop analog dan osiloskop digital sama-sama menunjukkan arus sebesar 0 ampere. Seperti yang kita ketahui bahwa arus hanya akan terjadi apabila sudah adanya beban. Pada saat diberi beban sebesar 120 watt tang meter menunjukkan angka 0.14 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menunjukkan arus sebesar 0.1215 ampere dan osiloskop digital menunjukkan arus sebesar 0.126. Dalam hal ini osiloskop digital lebih mendekati hasil daripada pengukuran menggunakan tang meter. Lalu beban ditambah lagi menjadi 240 watt sehingga arus yang terukur pada tang meter menunjukkan angka 0.3 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menunjukkan angka 0.25 ampere dan osiloskop digital menunjukkan angka 0.28 ampere. Sama seperti beban 120 watt, pada beban 240 watt osiloskop digital lebih mendekati hasil pengukuran menggunakan tang meter. Berlanjut ke beban 348 watt dalam hal ini dapat diketahui nilai yang dihasilkan oleh tang meter sebesar 0.52 ampere sedangkan untuk osiloskop analog menunjukkan nilai arus sebesar 0.42 dan osiloskop digital menunjukkan nilai 0.41 ampere. Dan yang terakhir pada beban 456 watt dapat diketahui bahwa tang meter menghasilkan angka 0.76 ampere sedangkan untuk osiloskop analog sebesar 0.756 ampere dan osiloskop digital menunjukkan angka 0.7 watt.

Dari sini dapat diketahui bahwa pengukuran dengan menggunakan osiloskop digital memberikan hasil yang mendekati dengan pengukuran menggunakan tang meter.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan melakukan pengujian menggunakan Osiloskop Analog, bentuk gelombang yang dihasilkan pada saat memperoleh nilai tegangan dan arus berupa sinusoidal yang tidak rata. Dan pada saat percobaan dilakukan dengan menggunakan Osiloskop Digital, bentuk dari gelombang yang dihasilkan juga mengalami sinusoidal yang tidak rata.
2. Setelah dilakukan analisa mengenai tegangan dan arus yang dihasilkan oleh pembacaan secara manual yakni menggunakan voltmeter, tang meter, osiloskop analog dan osiloskop digital dapat diketahui bahwa hasil dari osiloskop digital lebih mendekati hasil pengukuran manual yang menggunakan voltmeter dan tang meter. Kemudian juga dilakukan perhitungan batasan THD pada tegangan yang terjadi pada Osiloskop Analog maupun Osiloskop Digital.
 - a. Pada Tegangan Sefasa, nilai yang paling mendekati standar berada pada beban 120 watt pada Osiloskop Digital sebesar 12.5 % dan untuk Osiloskop Analog berada pada beban 456 watt dengan THD sebesar 14.29 %.
 - b. Pada Tegangan Antar fasa, nilai yang paling mendekati dengan standar untuk Osiloskop Digital berada pada beban 348 watt yakni sebesar 17.86 % sedangkan untuk Osiloskop Analog berada pada beban 348 watt yakni sebesar 13.33 %.
3. Dengan melakukan pembacaan lissajous baik pada osiloskop analog maupun osiloskop digital maka dapat diketahui pula bahwa hasil beda fasa dari osiloskop digital lebih mendekati beda fasa yang terdapat pada teori yang ada.
 - a. Pada Tegangan Sefasa, Hasil yang paling mendekati teori pada Osiloskop Analog terjadi pada beban 348 watt dengan beda fasa sebesar 25.5° sedangkan Untuk Osiloskop Digital terjadi pada beban 456 watt yakni beda fasa sebesar 30° .
 - b. Pada Tegangan Antar Fasa , pada Osiloskop Analog menghasilkan beda fasa yang mendekati dengan teori yang ada yakni pada beban 240 watt dengan beda fasa sebesar 22.3° . Sedangkan untuk Osiloskop Digital hasil yang mendekati teori terjadi pada beban 240 watt yakni dengan beda fasa sebesar 23.6° .

5.2 SARAN

Setelah melakukan analisa serta menarik kesimpulan maka penulis ingin memberikan saran diantaranya adalah

1. Untuk penggunaan osiloskop baik itu osiloskop analog maupun osiloskop digital agar dapat menurunkan harmonisa yang diakibatkan agar batas standar tegangan yang dianjurkan oleh IEEE 519 yakni 8 % dapat tercapai oleh osiloskop analog maupun osiloskop digital .
2. Beda fasa dari lissajous yang dihasilkan oleh osiloskop analog maupun osiloskop digital agar dicari cara untuk menyesuaikan bentuk serta beda fasa yang dihasilkan agar sesuai dengan teori yang sudah ada.

DAFTAR PUSTAKA

Pedoman Daftar Pustaka yang digunakan adalah sebagai berikut:

J.P. Holman.2012. *“Experimental Methods for Engineers, Eight Edition”* . New York : The McGraw-Hill Companies, Inc.

FEEDBACK CS-4125. 20 MHZ OSCILLOSCOPE “Operation Manual” : Feedback Instrument Ltd, Park Road, Crowborough, E.Sussex, TNR 2QR, UK.

FEEDBACK OS-3020. 20 MHZ OSCILLOSCOPE “Operation Manual” : Feedback Instrument Ltd, Park Road, Crowborough, E.Sussex, TNR 2QR, UK

Harry E. Thomas.2002. *“Elements of Electronic Instruments and Measurement Techniques”*. New York: PRENTICE-HALL, Inc.

L.W. Turner.1978. *“Electronics Engineer’s Reference Book”*. London : Newnes-Butterworths.

William D. Cooper.2004. *“Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran”*. Jakarta : Erlangga

Sri Waluyati.2008. *“Alat Ukur dan Teknik Pengukuran”*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Najarudin Irfani. *“OSILOSKOP”*. Jakarta: Program Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Prof.DR. Hamka

Sibghotur Rohman. 2015. *“Analisa Lissajous”*. Purwokerto: Laboratorium Elektronika, Instrumentasi dan Geofisika – Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jendral Soedirman.

Cheng John. IEEE Standard 519. 2014. United Stated of America : Schneider Electric

<https://id.wikipedia.org/wiki/Osiloskop>. Di Akses Pada 14/12/16

<http://www.academia.edu/8659534/Lissajous> Di Akses pada 5/3/17

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

➤ Data Hasil Pengukuran Manual Sefasa

Beban (watt)	Sweeptime (s)	Voltage Scale Arus (V/div)	Voltage Scale Tegangan (V/div)
0	0.002	0.2	5
120	0.002	0.2	5
240	0.002	0.5	5
348	0.002	1	5
456	0.002	2	5

Beban (watt)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Frekuensi (Hz)
0	220	0	53
120	219	0.14	52.5
240	215	0.3	52
348	200	0.52	51.5
456	198	0.76	51

➤ Data Hasil Tegangan dan Arus Percobaan pada Osiloskop Analog Sefasa

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.65	8.25	72.86046512
120	1.6	8	72.86046512
240	1.6	8	72.86046512
348	1.35	6.75	72.86046512
456	1.4	7	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
601.0988372	300.5494186	212.520532
582.883721	291.4418605	206.0805159
582.883721	291.4418605	206.0805159
491.8081396	245.9040698	173.8804353
510.0232558	255.0116279	180.3204514

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Koefisien Shunt	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.3	0.46	0.28	0.1288
240	1.8	0.9	0.28	0.252
348	1.4	1.4	0.28	0.392
456	1.3	2.6	0.28	0.728

➤ Data perhitungan Tegangan Vmin dan THD Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.25	6.25	72.86046512
120	1.3	6.5	72.86046512
240	1.3	6.5	72.86046512
348	1.15	5.75	72.86046512
456	1.2	6	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
455.377907	227.6889535	161.000403
473.5930233	236.7965116	167.4404191
473.5930233	236.7965116	167.4404191
418.9476744	209.4738372	148.1203708
437.1627907	218.5813954	154.5603869

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	212.520532	161.000403	24.24
120	206.0805159	167.4404191	18.75
240	206.0805159	167.4404191	18.75
348	173.8804353	148.1203708	14.81
456	180.3204514	154.5603869	14.29

➤ Data Hasil Perhitungan Tegangan dan Arus pada Osiloskop Digital Tegangan Sefasa

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.7	8.5	72.86046512
120	1.6	8	72.86046512
240	1.55	7.75	72.86046512
348	1.4	7	72.86046512
456	1.2	6	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
619.3139535	309.6569768	218.9605481
582.883721	291.4418605	206.0805159
564.6686047	282.3343023	199.6404997
510.0232558	255.0116279	180.3204514
437.1627907	218.5813954	154.5603869

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Koefisien Shunt	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.4	0.48	0.28	0.1344
240	2	1	0.28	0.28
348	1.5	1.5	0.28	0.42
456	1.4	2.8	0.28	0.784

➤ Data Hasil Perhitungan Tegangan Vmin dan THD Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	1.4	7	72.86046512
120	1.4	7	72.86046512
240	1.35	6.75	72.86046512
348	1.2	6	72.86046512
456	1	5	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
510.0232558	255.0116279	180.3204514
510.0232558	255.0116279	180.3204514
491.8081396	245.9040698	173.8804353
437.1627907	218.5813954	154.5603869
364.3023256	182.1511628	128.8003224

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	218.9605481	180.3204514	17.65
120	206.0805159	180.3204514	12.50
240	199.6404997	173.8804353	12.90
348	180.3204514	154.5603869	14.29
456	154.5603869	128.8003224	16.67

➤ Data Hasil Pengukuran Manual Antar Fasa

Beban (watt)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Frekuensi (Hz)
0	380	0	53
120	375	0.14	52.5
240	360	0.3	52
348	355	0.52	51.5
456	340	0.76	51

Beban (watt)	Sweeptime (s)	Voltage Scale Arus (V/div)	Voltage Scale Tegangan (V/div)
0	0.002	0.2	5
120	0.002	0.2	5
240	0.002	0.5	5
348	0.002	1	5
456	0.002	2	5

➤ Data Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus pada Osiloskop Analog Tegangan Sefasa

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	3.4	17	72.86046512
120	3.2	16	72.86046512
240	3.1	15.5	72.86046512
348	3	15	72.86046512
456	2.8	14	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
1238.627907	619.3139535	437.9210962
1165.767442	582.883721	412.1610317
1129.337209	564.6686047	399.2809995
1092.906977	546.4534884	386.4009673
1020.046512	510.0232558	360.6409028

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Koefisien Shunt	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.17	0.434	0.28	0.12152
240	1.75	0.875	0.28	0.245
348	1.5	1.5	0.28	0.42
456	1.35	2.7	0.28	0.756

➤ Data Hasil Pengukuran Vmin dan THD pada Osiloskop Analog

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	2.6	13	72.86046512
120	2.2	11	72.86046512
240	2.2	11	72.86046512
348	2.6	13	72.86046512
456	2.1	10.5	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
947.1860466	473.5930233	334.8808383
801.4651163	400.7325582	283.3607093
801.4651163	400.7325582	283.3607093
947.1860466	473.5930233	334.8808383
765.0348838	382.5174419	270.4806771

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortions (%)
0	437.9210962	334.8808383	23.53
120	412.1610317	283.3607093	31.25
240	399.2809995	283.3607093	29.03
348	386.4009673	334.8808383	13.33
456	360.6409028	270.4806771	25.00

➤ Data Hasil Tegangan dan Arus Percobaan pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	3.1	15.5	72.86046512
120	3	15	72.86046512
240	2.9	14.5	72.86046512
348	2.8	14	72.86046512
456	2.7	13.5	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
1129.337209	564.6686047	399.2809995
1092.906977	546.4534884	386.4009673
1056.476744	528.2383721	373.520935
1020.046512	510.0232558	360.6409028
983.6162791	491.8081396	347.7608705

Beban (watt)	Amplitudo Arus (div)	Tegangan (V)	Skala	Arus Aktual (A)
0	0	0	0.28	0
120	2.25	0.45	0.28	0.126
240	1.9	0.95	0.28	0.266
348	1.45	1.45	0.28	0.406
456	1.25	2.5	0.28	0.7

➤ Data Hasil Perhitungan Vmin dan TDH pada Osiloskop Digital

Beban (watt)	Amplitudo Tegangan (div)	Tegangan (V)	Koefisien Voltage Divider
0	2.4	12	72.86046512
120	2.2	11	72.86046512
240	2.2	11	72.86046512
348	2.3	11.5	72.86046512
456	2	10	72.86046512

Tegangan Vpp	Tegangan Vp	Tegangan Vrms
874.3255814	437.1627907	309.1207738
801.4651163	400.7325582	283.3607093
801.4651163	400.7325582	283.3607093
837.8953489	418.9476744	296.2407416
728.6046512	364.3023256	257.6006448

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	399.2809995	309.1207738	22.58
120	386.4009673	283.3607093	26.67
240	373.520935	283.3607093	24.14
348	360.6409028	296.2407416	17.86
456	347.7608705	257.6006448	25.93

- Data Hasil Perbandingan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital Tegangan Sefasa

Beban (watt)	PENGUKURAN MANUAL		OSILOSKOP ANALOG	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	220	0	212.520532	0
120	219	0.14	206.0805159	0.1288
240	215	0.3	206.0805159	0.252
348	200	0.42	173.8804353	0.392
456	198	0.76	180.3204514	0.728

Beban (watt)	OSILOSKOP DIGITAL	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	218.9605481	0
120	206.0805159	0.1344
240	199.6404997	0.28
348	180.3204514	0.42
456	154.5603869	0.784

- Data Hasil Perbandingan Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital Tegangan Antar Fasa

Beban (watt)	PENGUKURAN MANUAL		OSILOSKOP ANALOG	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	380	0	437.9210962	0
120	375	0.14	412.1610317	0.12152
240	360	0.3	399.2809995	0.245
348	355	0.52	386.4009673	0.42
456	340	0.76	360.6409028	0.756

Beban (watt)	OSILOSKOP DIGITAL	
	Tegangan Pengukuran (V)	Arus Pengukuran (A)
0	399.2809995	0
120	386.4009673	0.126
240	373.520935	0.266
348	360.6409028	0.406
456	347.7608705	0.7

- Data Hasil Perbandingan THD Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital Tegangan Sefasa

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	212.520532	161.000403	24.24
120	206.0805159	167.4404191	18.75
240	206.0805159	167.4404191	18.75
348	173.8804353	148.1203708	14.81
456	180.3204514	154.5603869	14.29

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	218.9605481	180.3204514	17.65
120	206.0805159	180.3204514	12.50
240	199.6404997	173.8804353	12.90
348	180.3204514	154.5603869	14.29
456	154.5603869	128.8003224	16.67

- Data Hasil Perbandingan THD Osiloskop Analog dan Osiloskop Digital Tegangan Antar Fasa

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortions (%)
0	437.9210962	334.8808383	23.53
120	412.1610317	283.3607093	31.25
240	399.2809995	283.3607093	29.03
348	386.4009673	334.8808383	13.33
456	360.6409028	270.4806771	25.00

Beban (watt)	Vmax	Vmin	Total Harmonic Distortion (%)
0	399.2809995	309.1207738	22.58
120	386.4009673	283.3607093	26.67
240	373.520935	283.3607093	24.14
348	360.6409028	296.2407416	17.86
456	347.7608705	257.6006448	25.93

LAMPIRAN B

➤ SPESIFIKASI OSILOSKOP ANALOG FEEDBACK CS-4125

SPECIFICATIONS			
ITEM		CS-4125	CS-4135
CRT :			
Type :	Rectangular with internal graticule		
Acceleration Voltage:	Approx. 2 kV		Approx. 12 kV
Display Area :	8 × 10 div (1 div = 10mm)		
VERTICAL AXIS (CH1 and CH2) :			
Sensitivity :	1mV, 2mV/div $\pm 5\%$, 5mV/div to 5 V/div $\pm 3\%$		
Attenuator :	1-2-5 step, 12 ranges with fine adjustment		
Input Impedance :	1 M $\Omega \pm 2\%$, Approx. 22 pF		1 M $\Omega \pm 2\%$, Approx. 23 pF
Frequency Response :			
5 mV/div to 5 V/div	DC	DC to 20 MHz, within - 3 dB	DC to 40 MHz, within - 3 dB
	AC	10 Hz to 20 MHz, within - 3 dB	10 Hz to 40 MHz, within - 3 dB
1 mV/div, 2 mV/div	DC	DC to 5 MHz, within - 3dB	
	AC	10 Hz to 5 MHz, within - 3dB	
Rise Time :			
5 mV/div to 5 V/div :	Approx. 17.5 ns (20 MHz)		Approx. 8.75 ns (40 MHz)
1 mV/div, 2mV/div :	Approx. 70 ns (5 MHz)		
Crosstalk :	- 40 dB maximum		
Operating Modes :	CH1 : CH1 single trace CH2 : CH2 single trace ALT : Alternating display of two signals CHOP : Chopped display of two signals ADD : Display of combined CH1 + CH2 waveforms		
CHOP Frequency :	Approx. 150 kHz		
Channel Polarity :	Normal or inverted, channel 2 only inverted		
Δ Maximum Input Voltage:	800Vp-p or 400 V (DC + ACpeak)		
HORIZONTAL AXIS :			
Sensitivity :	Same as vertical axis (CH2)		
Input impedance :	Same as vertical axis (CH2)		
Frequency response :	DC : DC to 500 kHz, within - 3 dB AC : 10Hz to 500kHz, within - 3 dB		
X-Y Phase Difference :	3° or less (at 50 kHz or less)		
Operating Modes :	X-Y operation is selectable with MODE switch CH1 : Y-axis CH2 : X-axis		
Δ Maximum Input Voltage :	Same as vertical axis (CH2)		

ITEM	CS-4125	CS-4135	
SWEEP SYSTEM :			
Sweep Modes :	NORM : Triggered sweep		
	AUTO : Auto free run with no signal input		
Sweep Time :	0.5 μ s/div to 0.5 s/div $\pm 3\%$, (0.2 μ s/div : UNCAL)	0.2 μ s/div to 0.5 s/div $\pm 3\%$,	
	1-2-5 step, 20 ranges with fine adjustment		
Sweep Magnification :	10 \times magnification, $\pm 5\%$ (20ns/div : UNCAL)	10 \times magnification, $\pm 5\%$	
Linearity	$\pm 3\%$, (0.2 μ s/div : UNCAL) ($\pm 5\%$ at \times MAG, 20 ns/div : UNCAL)	$\pm 3\%$, ($\pm 5\%$ at $\times 10$ MAG)	
TRIGGERING :			
Triggering Source :	VERT MODE : Input signal selection with VERTICAL MODE control		
	CH1 : CH1 input signal		
	CH2 : CH2 input signal		
	LINE : Commercial-use power source		
	EXT : Signal input through EXT. TRIG terminal		
External Trigger :			
Input impedance :	1M Ω , Approx. 22 pF		
Δ Maximum input voltage:	800 Vp-p or 400 V(DC + ACpeak)		
Trigger Coupling Modes :	AUTO, NORM and FIX are capacitively coupled		
	TV-FRAME : Vertical sync pulses of a composite video signal are selected for triggering.		
	TV-LINE : Horizontal sync pulses of a composite video signal are selected for triggering.		
Trigger Sensitivity :			
CS-4135			
MODE	SIGNAL FREQ.	SOURCE	
		VERT, CH1, CH2	EXT
NORM	10Hz to 20 MHz	1.5 div	0.25 V p-p
	20MHz to 40MHz	2 div	0.3 V p-p
AUTO	Same as above specs at 50 Hz or above		
TV-F,TV-L	Composite video Signal	1 div	0.2 Vp-p
FIX	50 Hz to 40 MHz	2 div	0.5 Vp-p

ITEM	CS-4125	CS-4135	
Trigger Sensitivity : CS-4125			
MODE	SIGNAL FREQ.	SOURCE	
		VERT, CH1, CH2	EXT
NORM	10Hz to 5 MHz	1 div	0.2 V p-p
	5MHz to 20MHz	1.5 div	0.3 V p-p
AUTO	Same as above specs at 50 Hz or above		
TV-F,TV-L	Composite video Signal	1 div	0.2 Vp-p
FIX	50 Hz to 20 MHz	2 div	0.5 Vp-p
CALIBRATED SIGNALS :			
Waveform :	Positive square wave		
Voltage :	1 Vp-p $\pm 3\%$		
Frequency :	Approx. 1 kHz		
INTENSITY MODULATION :			
Sensitivity :	TTL level, decreases brightness		
Input Impedance :	Approx. 5 k Ω		
Usable Frequency Range:	DC to 3.5 MHz		
Δ Maximum Input Voltage:	84 Vp-p or 42 V(DC + ACpeak)		
CH1 SIGNAL OUTPUT :			
Output Voltage :	Approx. 50 mV/div (at into 50 Ω load)		
Output Impedance :	Approx. 50 Ω		
Frequency Response :	100Hz to 10 MHz, ± 3 dB (into 50 Ω load)	100Hz to 10 MHz, ± 3 dB (into 50 Ω load)	
TRACE ROTATION :			
Adjustment :	Adjustable semi-fixed resistor on the front panel		
DIMENSIONS :			
(W \times H \times D)	300(343) \times 140(159) \times 415(431)mm ()dimensions include protrusion from basic outline dimensions.		
WEIGHT :			
	Approx. 7 kg	Approx. 7.5 kg	
ENVIRONMENTAL :			
Within specifications temp./hum. range :	10 to 35 $^{\circ}\text{C}$ / 85% RH or less		
Full operation temp./hum. range :	0 to 40 $^{\circ}\text{C}$ / 85% RH or less		

ITEM	CS-4125	CS-4135
ENVIRONMENTAL :		
	Indoor Use Only	
	Altitude up to 2000 m	
	OVERVOLTAGE CATEGORY II	
	POLLUTION DEGREE 2	
LINE VOLTAGE/FREQUENCY :		
	AC 100 V (90V to 110V), AC 120 V (108V to 132V), AC 220 V (198V to 242V), AC 230V (207V to 253V), 50/60Hz	
POWER CONSUMPTION :		
	Max. 35 W	Max. 35 W
ACCESSORIES :		
Probe :	PC-54 × 2	
Instruction manual :	1	
Power cord :	1	
Replacement fuse :	1	
REGULATORY INFORMATION :		
EMI :	EN55011(1991) CLASS B	
Immunity :	IEC601-2(1991) 8kVAD	
	IEC801-3(1984) 3V/m	
	IEC801-4(1988)	

PC-54 probe specifications :

(The table below shows the specifications when an input resistance of $1\text{M}\Omega \pm 1\%$ is connected to the oscilloscope.)

ITEMS	× 1	× 10
Input resistance	$1\text{M}\Omega \pm 2\%$	$10\text{M}\Omega \pm 2\%$
Input capacitance	200 pF or less (Probe only)	$22\text{ pF} \pm 10\%$
Attenuation ratio	1/1	$1/10 \pm 3\%$
Frequency range	DC to 6 MHz ($\pm 3\text{ dB}$)	DC to 60 MHz ($\pm 3\text{ dB}$)
Applicable capacitance	—	20 to 45 pF
Max. Input voltage	600V (DC+AC peak)	

➤ SPESIFIKASI OSILOSKOP DIGITAL LG OS-3020

1-2. Specifications

Spec.	Model	OS-3020D	OS-3040D	OS-3060D
* CRT				
1. Configuration and useful screen		6-inch rectangular screen with internal graticule : 8×10 DiV (1 div=1cm), marking for measurement of rise time. 2mm subdivisions along the central axis.		
2. Accelerating potential		+1.9kV approx. (ref. cathode)	+11.5kV approx. (ref. cathode)	
3. Phosphor		P31 (standard)		
4. Focussing		possible(with autofocus correction circuit)		
5. Trace rotation		provided		
6. Scale illumination		variable		
7. Intensity control		provided		
* Z-Axis input (Intensity Modulation)				
1. Input signal		Positive going signal decreases intensity. (+5Vp-p or more signal cases noticeable modulation at normal intensity settings.)		
2. Band-width		DC-2MHz (-3dB)		DC-3.5MHz (-3dB)
3. Coupling		DC		
4. Input impedance		20-30k-ohms		
5. Maximum input voltage		30V (DC+peak AC)		
* Vertical Deflection				
1. Band-width (-3dB)		DC to 20MHz normal	DC to 40MHz normal	DC to 60MHz normal
DC coupled		DC to 7MHz magnified	DC to 7MHz magnified	DC to 10MHz magnified
AC coupled		10Hz to 20MHz normal	10Hz to 40MHz normal	10Hz to 60MHz normal
		10Hz to 7MHz magnified	10Hz to 7MHz magnified	10Hz to 10MHz magnified
2. Modes		CH1, CH2, ADD, DUAL (CHOP;Time/div switch - 0.2s to 5ms ALT;Time/div switch 2ms to 0.2µs)		CH1,CH2,ADD,DUAL (CHOP : Time/div switch 0.2s to 5ms ALT:Time/div switch 2ms to 0.1µs)
3. Deflection Factor		5mV/div to 5V/div in 10 calibrated steps of a 1-2-5 sequence. Continuously variable between steps at least 1 : 2.5 x5 MAG : 1mV/div to 1V/div in 10 calibrated steps.		
4. Accuracy		normal : ± 3%, magnified : ± 5%		
5. Input impedance		approx. 1M-ohm in parallel with 25pF± 3pF		
6. Maximum input voltage		Direct : 300V(DC+peak AC), (with probe : refer to probe specification)		
7. Input coupling		AC-DC,GND		
8. Rise time		17.5ns or less (50ns or less;x5)	8.8ns or less (50ns or less;x5)	5.8ns or less (35ns or less;x5)
9. CH1 out		approx. 20mV/div into 50 ohms : DC to 10MHz (-3dB)		
10. Polarity inversion		CH2 only		
11. Signal delay		none	delay cable supplied	

Spec.	Model	OS-3020D	OS-3040D	OS-3060D			
*Horizontal Deflection							
1. Display modes		A, A int, B, B TRIG'D, X-Y					
2. Time base A		0.2 μ s/div to 0.2s/div in 19 calibrated steps, 1-2-5 sequence, uncalibrated continuous control between steps at least 1:2.5		0.1 μ s/div to 0.2s/div in 20 calibrated steps 1-2-5 sequence uncalibrated continuous control between steps at least 1:2.5			
Hold-off time		variable with the holdoff control					
3. Time base B		0.2 μ s/div to 0.2s/div in 7 calibrated steps, 1-2-5 sequence.		0.1 μ s/div to 10 μ s/div in 7 calibrated steps 1-2-5 sequence			
Delayed sweep		1 div or less to 10 div or more					
Delay time jitter		better than 1:20000					
4. Sweep magnification		10times (maximum sweep rate, 20ns/div) Note, 50ns/div, 20ns/div of A TIME BASE are uncalibrated.		10times (maximum sweep rate, 10ns/div)			
5. Accuracy		$\pm 3\%$, (0°C to 50°C), additional error for magnifier $\pm 2\%$					
*Trigger System							
1. Modes		AUTO, NORM, TV-V, TV-H					
2. Source		CH1, CH2, LINE, EXT					
3. Coupling		AC					
4. Slope		+ or -					
5. Sensitivity and Frequency		20Hz-2MHz	2MHz-20MHz	20Hz-2MHz	2MHz-40MHz	20Hz-2MHz	2MHz-60MHz
AUTO, NORM		INT 0.5div	1.5div	INT 0.5div	1.5div	INT 0.5div	1.5div
TV-V, TV-H		EXT 0.2Vp-p	0.8Vp-p	EXT 0.2Vp-p	0.8Vp-p	EXT 0.2Vp-p	0.8Vp-p
6. External trigger		at least 1 div or 1.0Vp-p Composite Sync.					
Input impedance		1M-ohm in parallel with approx. 30pF					
Max. input voltage		250V(DC+peak AC)					
*X-Y Operation							
1. X-axis		(same as CH1 except for the following) Deflection factor: same as that of CH1 Accuracy: $\pm 5\%$ Frequency response: DC to 500kHz (-3dB)					
2. Y-axis		same as CH2					
3. X-Y phase difference		3° or less (at DC to 50kHz)					
*Readout Function							
1. Cursor readout function		Voltage reference ΔV : Δ -REF Time reference ΔT : Δ -REF Frequency reference $1/\Delta V$: Δ -REF					
2. Panel setting displays		Vertical axis (CH1, CH2)V/DIV, UNCAL, MAG (converted value) Horizontal axis : S/DIV, UNCAL, MAG (converted value)					
3. Effective cursor range from center graticule		Vertical: within ± 3 div Horizontal: within ± 4 div					
4. Resolution		1/25 div					

Spec.	Model	OS-3020D	OS-3040D	OS-3060D													
* Calibrator(probe adj)		approx. 1kHz frequency, 0.5V ($\pm 3\%$) squarewave duty ratio : 50%															
* Power Supply																	
1. Voltage range		<table><tr><th rowspan="2">voltage range</th><th colspan="2">Fuse(250V)</th></tr><tr><th>UL199G</th><th>IEC807</th></tr><tr><td>100(90 - 110V)/AC</td><td rowspan="2">2A</td><td rowspan="2">F2A</td></tr><tr><td>120(108 - 132V)/AC</td></tr><tr><td>220(198 - 242V)/AC</td><td rowspan="2">1A</td><td rowspan="2">F1A</td></tr><tr><td>230(207 - 250V)/AC</td></tr></table>			voltage range	Fuse(250V)		UL199G	IEC807	100(90 - 110V)/AC	2A	F2A	120(108 - 132V)/AC	220(198 - 242V)/AC	1A	F1A	230(207 - 250V)/AC
voltage range	Fuse(250V)																
	UL199G	IEC807															
100(90 - 110V)/AC	2A	F2A															
120(108 - 132V)/AC																	
220(198 - 242V)/AC	1A	F1A															
230(207 - 250V)/AC																	
2. Frequency		50 / 60Hz															
3. Power consumption		approx. 70W.	approx. 70W.	approx. 70W.													
* Physical Characteristics																	
1. Weight		approx. 8kg	approx. 8kg	approx. 8kg													
2. Dimension		320 m (W) \times 140 m (H) \times 430 m (L)															
* Environmental Characteristics																	
1. Temperature range for rated operation		+10°C to + 35°C (+50°F to +95°F)															
2. Max. ambient operating temperature		0°C to + 40°C (+32°F to +104°F)															
3. Max. storage temperature		-20°C to + 70°C (-4°F to +158°F)															
4. Humidity range for rated operation		45% to + 85% RH															
5. Max. ambient operating humidity		35% to + 85% RH															
* Safety		EN61010-1 overvoltage CAT II, degree of pollution 2. Approval: TÜV/															
* EMC		Interferdnce: EN50081-1 Susceptability: EN50082-1, IEC801-2, 3, 4															

BIODATA PENULIS



Penulis Lahir di Mojokerto, 29 November 1996. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Riwayat pendidikan dimulai dari SDN Kupang 2 di tahun 2002, lalu melanjutkan ke jenjang SMPN 7 Mojokerto pada tahun 2008 dan setelah itu melanjutkan sekolah di SMAN 1 Puri Mojokerto pada tahun 2011 dengan jurusan yang ditempuh adalah Ilmu Pengetahuan Alam. Pada saat SMA penulis memilih program Akselerasi sehingga waktu studi yang ditempuh hanya sepanjang 2 tahun. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Sistem Perkapalan ITS pada tahun 2013. Untuk

menyelesaikan pendidikan S1 ini penulis mengambil skripsi di bidang Marine Electrical and Automation System (MEAS). Pada pengerjaan tugas akhir penulis memilih melakukan studi perbandingan penggunaan dari osiloskop analog dan osiloskop digital dikarenakan minat dari penulis karena ingin mengetahui perbedaan penggunaan osiloskop analog dengan osiloskop digital yang nantinya dapat diaplikasikan untuk melakukan pengukuran terhadap peralatan yang digunakan dalam dunia marine. Semasa perkuliahan penulis aktif dalam hal organisasi dengan mengikuti Badan Eksekutif Mahasiswa tingkat Fakultas serta mengikuti berbagai kegiatan big event yang diselenggarakan oleh Departemen Teknik Sistem Perkapalan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”